Dürken

Allgemeine Abstammungslehre

Gebrüder Borntraeger Berlin

RB 78913

Library

of the

University of Toronto

FIRMA K.L.NOORDING
WETENSCHAPPELIJKE BOEKHANDEL
VISCHMARKT 23
GRONINGEN

Allgemeine Abstammungslehre

Zugleich
eine gemeinverständliche Kritik des Darwinismus
und des Lamarckismus

von

Dr. Bernhard Dürken

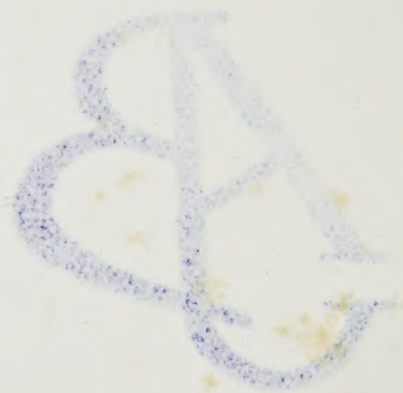
ordentl. Professor an der Universität Breslau

Mit 38 Textfiguren in 71 Einzeldarstellungen

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1923

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen,
vorbehalten

Copyright 1923, by Gebrüder Borntraeger in Berlin



Gedruckt bei A. W. Hayn's Erben in Potsdam

Made in Germany

Vorwort

An Büchern über die Abstammungstheorie ist gerade kein Mangel. Doch kann man nicht sagen, daß die Zahl der wirklich guten Bücher über dieses Problem groß sei. In vielen, vorab in den für weitere Kreise bestimmten, aber auch in anderen, herrscht eine erstaunliche Verwirrung der Begriffe. Auch muß man feststellen, daß in den meisten durchweg nur traditionell gewordene Anschauungen weitergegeben werden. Von dem kritischen Geiste der jüngsten Biologie ist in ihnen vielfach wenig oder gar nichts zu spüren.

Mit den Auswirkungen, welche die Abstammungstheorie in den verschiedenen Zweigen der Biologie hervorbrachte, hat die Ausgestaltung der Theorie selber nicht gleichen Schritt gehalten. Immer wieder werden Deszendenztheorie und Darwinismus oder Deszendenztheorie und Lamarckismus identifiziert; kaum irgendwo werden die Begriffe der Hypothese und naturwissenschaftlichen Theorie klar auseinandergehalten. Daß es rühmliche Ausnahmen gibt, soll damit nicht bestritten werden, aber der Gesamteindruck der fraglichen Literatur ist kein sehr erfreulicher.

Der Gründe für eine solche Sachlage sind gewißlich mehrere. Einer von ihnen ist jedenfalls in der häufig anscheinend gar nicht klar zum Bewußtsein kommenden Anschauung gegeben, daß bei Behandlung biologischer Fragen die Unterordnung der Einzelerscheinungen unter einen allgemeinen Satz nicht nur ausreiche, sondern das eigentliche Ziel der Forschung sei. Das ist aber nichts anderes, als primäre Deduktion, die nicht in die Naturwissenschaft hineingehört.

Deren Aufgabe ist vielmehr, primär Induktion zu treiben, d. h. erst die Einzelerscheinungen für sich kennen zu lernen und aus ihnen die allgemeinen Folgerungen und Gesetzmäßigkeiten abzuleiten; erst sekundär darf sich dann an diese allgemeinen Erkenntnisse die Deduktion anschließen.

In populären Abhandlungen ist ein Verstoß gegen diese selbstverständliche methodologische Forderung besonders verhängnisvoll. Der Laie erfaßt meist nicht den Unterschied zwischen primärer Deduktion und Induktion und nimmt daher leicht vorgefaßte, deduktiv benutzte Anschauungen als Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschung hin, zumal auf unseren Schulen vorwiegend nur das deduktive Denken geübt wird.

Ferner begegnet man öfters der stillschweigenden Gepflogenheit, sich mit einer zwar sekundär abgeleiteten, aber rein formal-beschreibenden Gesetzmäßigkeit und Auffassung zu begnügen, während das eigentliche Ziel der Forschung, wenigstens das hauptsächlich anzustrebende, in der kausalen Durcharbeitung und Erfassung der Erscheinungen besteht. Eine rein formale Erklärung wird zuweilen sogar mit einer kausalen verwechselt. Das ist bis zu einem gewissen Grade verständlich dadurch, daß die strenge Forderung einer wirklich kausal denkenden Forschung immerhin noch jüngeren Datums ist und weiten Kreisen diese Denkweise noch keineswegs geläufig ist.

Endlich darf eine gewisse geistige Bequemlichkeit nicht vergessen werden, welche sich gern damit begnügt, traditionell gewordene Anschauungen zur Erklärung heranzuziehen, statt sich selber um die Lösung schwieriger Fragen anstrengen zu müssen.

Ein vergebliches Bemühen würde es sein zu versuchen, diejenigen Kreise, welche in gewissen überlieferten Anschauungen über die Abstammung groß geworden sind, von der Irrtümlichkeit ihrer Auffassung zu überzeugen. Diese ältere Generation, mag sie der Fachwelt angehören, oder mag sie aus wissenschattlich interessierten Laien bestehen, ist großenteils rettungslos der Tradition, die nicht selten Anspruch

auf dogmatische Gültigkeit erhebt, verfallen. Aber dieser unkritische Traditionalismus wird von selbst mit dem Heranwachsen einer neuen Generation verschwinden.

Pflicht des Forschers aber ist es, nicht nur im engeren Fachbereiche Kritik zu üben, sondern auch weiteren Kreisen Aufklärung zu bringen; es wäre verfehlt, die Popularisierung der Wissenschaft nur den Instanzen zweiter und dritter Ordnung zu überlassen. Und auch nur der Forscher selbst wird beurteilen können, ob eine Frage oder ein Ergebnis reif ist für die Popularisierung oder noch nicht.

Daher wendet sich das vorliegende Buch in erster Linie an die weitesten Kreise der gebildeten Laien. Diesem Zwecke ist die ganze Darstellung untergeordnet.

Meine Aufgabe konnte demnach nur sein, die wesentlichsten Grundfragen des Problems möglichst klar herauszustellen. Viele Einzelfragen wurden absichtlich unberücksichtigt gelassen. So glaubte ich am besten dazu beizutragen, den Boden für eine unvoreingenommene kritische Weiterbehandlung des Problems zu bereiten. Aus dem gleichen Grunde hielt ich es für angebracht, hinsichtlich neuester, zumeist noch hypothetischer Anschauungen mit einer gewissen Zurückhaltung zu verfahren. Der Kritik überlieferter und vielfach als unbedingt feststehend angesehener Ansichten wurde dagegen ein besonderer Platz eingeräumt.

Die Darstellung gründet sich auf Tatsachenmaterial aus dem Bereiche der Tierwelt. Für die Ableitung der allgemeinen Anschauungen ist ja eine besondere Beziehung auf die Pflanzenwelt nicht notwendig.

Da die Ableitung der allgemeinen Theorie die Hauptsache sein sollte, habe ich auf die Heranziehung weiter abliegender Tatsachen verzichtet und mit Absicht überall, wo es möglich war, an bekanntere Befunde und Erscheinungen angeknüpft, um dem Laien das Verständnis zu erleichtern.

Von Literaturverweisen im Text glaubte ich, dem Charakter des Buches entsprechend, absehen zu sollen. Dem Laien nützen solche Verweise nicht viel, und der Fachmann vermag

sich auch ohne solche auf dem so reichlich beackerten Felde zurechtzufinden. Am Schluß findet sich eine Aufzählung einiger Quellenwerke, die für und wider die hier vertretene Auffassung reichliche Literaturangaben enthalten.

Die Figuren, auch soweit sie nicht Originale sind, wurden sämtlich von Herrn Maler Rose-Breslau neu gezeichnet.

Dem Verleger, Herrn Dr. Thost, gebührt mein verbindlichster Dank für das bereitwilligste Eingehen auf alle meine Wünsche.

Breslau, am 1. Januar 1923

Bernhard Dürken

Inhaltsverzeichnis

Seite

Einleitung 1

A. Inhalt und Begründung der Descendenztheorie 16

I. Paläontologie und Abstammung 16

II. Die Lebewesen der Gegenwart und die Abstammung 34

a) **Die Systematik** 34

b) **Die Morphologie** 49

1. Der Polymorphismus 50

2. Vergleichende Anatomie und Abstammung 56

α) Homologie und gradweise Abstufung der Organe 56

β) Rudimentäre Organe 63

3. Embryonalentwicklung und Abstammung 68

α) Reste der Stammesentwicklung in der Individualentwicklung 68

β) Embryonalstufen und vergleichende Morphologie 78

c) **Tiergeographie und Domestikation** 86

d) **Mutation und Bildung neuer Rassen durch Kreuzung** 92

III. Zusammenfassung 96

B. Mittel und Wege der Stammesentwicklung 98

I. Die Erklärungsversuche von Lamarck und Darwin 99

a) **Der Lamarckismus** 99

b) **Der Darwinismus** 102

1. Der ältere Darwinismus 102

2. Der Neu-Darwinismus 117

II. Kritik des Darwinismus 125

a) **Die Methode des Darwinismus** 125

b) **Sachliche Kritik** 132

1. Der Kampf ums Dasein 132

2. Die natürliche Zuchtwahl 137

α) Die Unmöglichkeit eines einfachen Variierungsinkrements 137

Seite

β) Das Fehlen des Selektionswertes 139
γ) Nachteilige Eigenschaften 142
δ) Schutzfärbung und Mimikry 147
ε) Allgemeine Gesichtspunkte 155
3. Die geschlechtliche Zuchtwahl 157

III. Kritik des Neu-Darwinismus 161

IV. Kritik des Lamarckismus 172

a) Die Bedeutung äußerer Faktoren für die Stammesentwicklung 172
b) Die beschränkte Wirkung äußerer Faktoren 180

Schlußwort 190

Literatur 193

Namen- und Sachverzeichnis 196

Einleitung

Kaum etwas anderes gibt dem schönheitsdurstigen Auge solchen Genuß wie die lebende Natur. Doch höhere Freude noch winkt dem denkenden Verstande, der bestrebt ist, die Zusammenhänge zu begreifen und all der Schönheit und Mannigfaltigkeit auf den Grund zu gehen.

Die Wissenschaft von den lebenden Wesen, die Biologie, findet hier ein reiches Arbeitsfeld. Ihre Hauptaufgabe ist es, dem Wesen des Lebens nachzuspüren, ein Ziel, das allerdings längst noch nicht erreicht ist. Um ihm näher zu kommen, sind erst noch viele Vor- und Teilfragen zu lösen, und zu diesen Teilfragen gehört auch die Frage nach dem Grunde für die ungeheure Mannigfaltigkeit der Lebewesen. Diese Frage, woher all die verschiedenen Pflanzen und Tiere kommen mögen, reizt den denkenden Menschen um so mehr, als auch der Mensch selber ein Glied der Natur darstellt, das durch tausend Fäden mit seiner Umwelt verbunden ist.

Aber nicht nur die Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der Tiere und Pflanzen entzücken das Auge und reizen den Verstand zu forschender Arbeit, mehr noch fühlt sich der Beobachter angezogen durch die Zweckmäßigkeit, welche ihm allenthalben in der Welt der Lebewesen entgegentritt.

Unter Zweckmäßigkeit werden vielfach ganz verschiedene Dinge verstanden; wir wollen aber hier zunächst nicht ihren Begriff eindeutig zu umschreiben versuchen. Was uns die Lebewesen als zweckmäßig erscheinen läßt, das ist vor allem der Einklang ihrer Beschaffenheit und ihres Baues mit ihrer Umgebung und mit ihren Tätigkeiten. Staunend sehen wir, wie genau die einzelnen Teile von Tier und Pflanze

für ihre besondere Aufgabe eingerichtet sind, wie der ganze Körperbau und nicht minder die Lebensgewohnheiten in die bei den verschiedenen Lebewesen oft recht ungleiche Umgebung passen.

So stoßen wir nicht nur auf die Frage nach dem Woher der Mannigfaltigkeit, sondern auch auf das Rätsel dieser Zweckmäßigkeit.

Später wird noch mehr hervortreten, daß diese beiden Fragen aufs engste zusammen gehören. Wie sie sich schon dem sinnenden Naturfreunde aufdrängen, bilden sie auch für die Wissenschaft den Gegenstand tiefschürfender Arbeit.

Nur ein Wort braucht genannt zu werden, um darzutun, in welcher Richtung die Naturwissenschaft die Lösung der Fragen nach dem Woher der Mannigfaltigkeit und Zweckmäßigkeit sucht: es heißt Abstammungslehre, oder, wie wir mit Vorbedacht sagen wollen, Abstammungstheorie.

Wohl keinem der Leser ist dieses Wort fremd. Kein anderes Gebiet der Biologie hat so sehr die weitesten Kreise in seinen Bann gezogen, als gerade die eben genannte Theorie. Und weit hinaus über den engeren Bereich der Naturwissenschaft geht ihre Wirkung. Die Gründe für die Anteilnahme daran selbst in solchen Kreisen, welche sonst naturwissenschaftlichen Fragen gleichgültig gegenüber stehen, sind leicht aufzudecken. Die Phantasie wird durch die Vorstellungen, welche das Wort Abstammung beim Unkundigen erweckt, lebhaft erregt, und man träumt von Fabelwesen vergangener Zeiten. Dem ernster Veranlagten kommt ein Ahnen vom geheimnisvollen Wirken in der Natur, und mehr noch als alles dieses tritt ein anderer Anreiz in den Vordergrund: gehört doch auch der Mensch zu den Lebewesen, und wenn diese eine lange Abstammung hinter sich haben, gilt dann das gleiche nicht auch für ihn?

Wenn es nun naheliegt, daß der Abstammungsgedanke die Phantasie in lebhafte Tätigkeit versetzt, daß ihm, wie man sagen könnte, ein großer Phantasiewert innewohnt, so darf es sich für die ernstere Beschäftigung mit dieser Frage doch nur darum handeln, ihren Wahrheitswert zu ergründen. Dem Künstler und Dichter steht es zu, bei ihrem Schaffen

der Phantasie einen reichlichen Anteil einzuräumen; die wissenschaftliche Beschäftigung mit der Natur aber verlangt lediglich nüchternste, verstandesmäßige Abschätzung aller in Betracht kommenden Dinge. Nur kritische, aller Phantasie abholde Prüfung der Tatsachen kann hier zum Ziele führen.

Man kann allerdings nicht sagen, daß in den überaus zahlreichen allgemeinverständlichen Schriften über die Abstammungsfrage dieser Forderung immer Genüge geschehen ist. Selbst fachwissenschaftliche Werke lassen öfters einen starken Phantasieeinschlag erkennen, sehr zum Schaden der Sache.

Man fürchte nun nicht, daß durch solch nüchternes Eindringen in die Vorgänge der Genuß getrübt werde, den die Beschäftigung mit der Natur jedem bietet. Im Gegenteil, je vollkommener wir die wirklichen Zusammenhänge begreifen lernen, um so mehr steigert sich die Freude an der Natur, auch wenn wir darauf verzichten, durch die Phantasie die Lücken unseres wirklichen Wissens auszufüllen.

Vor allem aber muß man sich hüten, mit Vorurteilen, mit irgendeiner vorgefaßten Meinung an die Abstammungsfrage heranzutreten. Viele Darstellungen kranken daran, daß sie bewußt oder unbewußt die Tatsachen im Sinne einer bestimmten Auffassung erklären wollen. Nur das, was ungezwungen und notwendig aus den Tatsachen folgt, hat Anspruch auf naturwissenschaftlichen Wahrheitswert. Unter allen Umständen also gilt es, erst die einzelnen Tatsachen kennen zu lernen ohne Rücksicht auf eine vorgefaßte Beurteilungsweise und dann aus diesen Tatsachen Schlüsse zu ziehen, wie auch immer diese ausfallen mögen.

Worum handelt es sich nun bei der Abstammungstheorie? Sie besagt, daß alle Lebewesen, alle Pflanzen und alle Tiere sich im Laufe unendlich langer Zeiträume aus anders beschaffenen Vorfahren entwickelt haben. Diese Vorfahren waren einfacher gebaut und übten dementsprechend einfachere Tätigkeiten aus, als die jetzt lebenden Formen. Mehr und mehr wurde im Laufe unendlich vieler Generationen der Körperbau verwickelt; mehr und mehr wurden die einzelnen Organe für besondere Tätigkeiten geeignet.

Neue Organe wurden nach und nach erworben; neue Lebensgewohnheiten stellten sich damit ein, und mehr und mehr wurden die einzelnen Pflanzen und Tiere voneinander verschieden, bis der jetzige Zustand erreicht wurde. Diese Entwicklung der jetzt lebenden Arten ging dabei so vor sich, daß alle Lebewesen und ihre einzelnen Teile für die ihnen zukommende Tätigkeit und ihre Umwelt passend oder zweckmäßig gebaut sind.

Es wurde oben bereits hervorgehoben, daß die Hauptaufgabe der Biologie darin besteht, das eigentliche Wesen des Lebens zu ergründen. Alle anderen Fragen, auch die Abstammungsfrage, beschäftigen sich nur mit Teilaufgaben dieses einen großen Kernproblems. Jede Teilfrage ist nur zu lösen im engsten Zusammenhange mit allen anderen und mit der Endfrage aller Lebenslehre. Wir werden später sehen, wie uns gerade die Beschäftigung mit der Abstammung unmittelbar auf die Frage nach dem Wesen des Lebens führt, und wir werden zugleich erkennen, daß eine befriedigende Lösung des Abstammungsproblems nur durch den rechten Begriff von dem Wesen der Lebenserscheinungen gewonnen werden kann.

Der Gedankenkreis der Abstammungslehre besitzt heutzutage die Anerkennung der gesamten Naturwissenschaft; ja man kann sagen, daß es zur allgemeinen Bildung gehört, die Grundzüge der Abstammungstheorie zu kennen.

Bekanntlich war früher allgemein die Auffassung verbreitet, daß die Tiere und Pflanzen so, wie sie jetzt sind, von vornherein ins Dasein getreten seien. Der Gedanke einer allmählichen Entwicklung der Arten aus einfacheren Urformen ist an sich zwar schon recht alt, vermochte aber bis in die neuere Zeit sich keine allgemeine Beachtung zu erringen. Erst durch die Schriften des französischen Philosophen Jean Baptiste Pierre Antoine Monet de Lamarck (1744—1829), vor allem aber durch die Werke des englischen Naturforschers Charles Robert Darwin (1809—1882) wurde ihm zum endgültigen Siege verholfen. Während Lamarck hauptsächlich durch philosophische Überlegungen seine Anschauung von der allmählichen Entstehung der jetzt lebenden Arten

zu beweisen versuchte, ohne sich hinreichend auf einschlägige Tatsachen stützen zu können, verfügte Darwin, der ein ausgezeichneter Naturkenner war, über ein reiches Beobachtungsmaterial. Das vor ihm nur durch Gedankenarbeit aufgeführte Gebäude schien nunmehr die notwendigen und ausreichenden Grundlagen an Tatsachen erhalten zu haben. So kommt es, daß der Siegeslauf der Abstammungstheorie in erster Linie an den Namen Darwins geknüpft ist. Sein grundlegendes Werk „Über die Entstehung der Arten im Kampfe ums Dasein" erschien im Jahre 1859. In anderen Werken baute Darwin seine Lehre weiter aus. In Deutschland wurde sie vor allem durch die Werke Ernst Haeckels (1834—1919) und August Weismanns (1834—1914) eingeführt. Zahllose Abhandlungen haben sie in die weitesten Kreise getragen.

Selten hat ein Gedanke so befruchtend auf die Naturwissenschaft gewirkt, wie Darwins Lehre. Nicht nur, daß dadurch eine ganz neue Auffassung der lebendigen Natur gewonnen wurde, es ward eine ungeheure Zahl von Untersuchungen durch sie veranlaßt, welche die Kenntnis der Lebewesen im höchsten Grade förderten. Und nach wie vor bildet diese Lehre den Ausgangspunkt für zahllose Fragestellungen.

Hier mag Gelegenheit genommen werden, eine Bemerkung einzuschalten. Die von Darwin und seinen Nachfolgern vertretenen Auffassungen von der Abstammung werden gemeinhin als Darwinismus zusammengefaßt, ebenso wie diejenigen Lamarcks als Lamarckismus. Nun besteht vielfach die Meinung, daß Abstammungstheorie und Darwinismus ein und dasselbe seien. Das trifft aber nicht zu. Vielmehr bedeutet Darwinismus eine ganz bestimmte Anschauung über die Abstammung der jetzt lebenden Arten, insbesondere über die Ursachen derselben und die Mittel zu ihrer Verwirklichung, gerade so, wie auch der Lamarckismus eine besondere Auffassung dieser Dinge darstellt. Es ist sehr wichtig, sich das stets vor Augen zu halten. Die Abstammungstheorie als solche ist ganz unabhängig vom Darwinismus und Lamarckismus. Besonders in gemeinverständlichen Schriften über die Abstammung wird das keineswegs

immer klar betont. Häufig wird die Sachlage sogar so dargestellt, als ob die Abstammungstheorie mit dem Darwinismus steht und fällt, so daß die Beweise für die Abstammung zugleich als solche für den Darwinismus dargelegt werden. Wir werden unten ausführlich Gelegenheit nehmen, die Unrichtigkeit dieses Gedankens darzutun. Hier kommt es uns zunächst nur darauf an, zu betonen, daß die Abstammungstheorie als solche und ihre besonderen Auffassungen, wie sie im Darwinismus und auch im Lamarckismus zum Ausdruck kommen, unbedingt scharf auseinander zu halten sind.

Wenn wir nun dazu übergehen, uns mit dem Inhalt der Abstammungstheorie und ihrer Begründung näher zu beschäftigen, so müssen wir verschiedene Hauptfragen dabei berücksichtigen. Zunächst einmal müssen wir untersuchen, wie wir überhaupt zu der Annahme einer Abstammung oder allmählichen Entwicklung der jetzt lebenden Tier- und Pflanzenarten aus einfachen Urformen kommen. Wenn diese Auffassung naturwissenschaftlichen Wert haben soll, so darf sie nicht allein aus rein gedanklichen Überlegungen aufgebaut sein, sondern sie muß mit zwingender Notwendigkeit aus den wirklich beobachteten Tatsachen folgen. Wir müssen also zuerst solche Tatsachen kennen lernen und gegeneinander abwägen. Zwingen sie uns zu der Annahme einer Abstammung, so haben wir damit die allgemeine Abstammungstheorie gewonnen. Zweitens wird es uns darauf ankommen, zu wissen, wie die Entwicklung jeder einzelnen Art tatsächlich vor sich gegangen ist, denn jede Art hat eine lange Stammreihe von Ahnen, die sie mit der Urform verbindet. Je weiter wir in fernste Zeiten zurückgehen, um so verschiedener sind die Ahnen von ihren jetzt lebenden Nachkommen. Es handelt sich also darum, diese einzelnen Stammreihen zu untersuchen, um die Geschichte der einzelnen Arten kennen zu lernen. Die Formenketten, welche die Urform mit den jetzigen Tieren und Pflanzen verbinden, liefern uns so die Stammesgeschichte der einzelnen Arten.

Aber auch damit darf unser Wissensdrang nicht erschöpft sein. Wenn wir wissen, daß eine allmähliche Entwicklung der Arten stattgefunden hat und wie die einzelnen

Glieder der Stammreihen beschaffen waren, so müssen wir drittens danach fragen, welches denn die Ursachen für eine solche allmähliche Entwicklung gewesen sein mögen und welche Mittel der Natur für die Verwirklichung einer solchen ungeheuren Leistung zur Verfügung stehen mögen. Es liegt in dem Wesen der Sache, daß die einzelnen Fragen sich nicht immer streng gesondert behandeln lassen, sondern daß vielfach das eine Gebiet in das andere übergreift, wie ja in der lebenden Natur alle Einzeldinge in engster Beziehung zueinander stehen. Es ist aber notwendig, diese verschiedenen Seiten des Problems sich stets klar vor Augen zu halten.

Ergibt sich schon aus den obigen Ausführungen eine natürliche Gliederung des Stoffes, so bieten eine weitere Grundlage dafür die Quellen der Abstammungstheorie. Als solche bieten sich uns die Paläontologie, d. h. die Lehre von den ausgestorbenen Lebewesen, und die Wissenschaft von den jetzt lebenden Tieren und Pflanzen, insbesondere deren Systematik, Verbreitung, Anatomie und Embryonalentwicklung.

Zum Schluß dieser einleitenden Ausführungen mag bemerkt werden, daß für Abstammung der Fachausdruck Descendenz üblich ist. Man spricht deshalb auch von Descendenztheorie. Die allmähliche Entwicklung der Arten aus ihrer Urform bezeichnet man als Stammesentwicklung oder Phylogenese im Gegensatz zu der Individualentwicklung oder Embryonalentwicklung, worunter man die in jeder Generation sich wiederholende Entwicklung des einzelnen Individuums aus dem Ei versteht. Für die Embryonalentwicklung gebraucht man den Fachausdruck Ontogenese.

Das vorliegende Buch legt sich mit Absicht eine gewisse Beschränkung des Stoffes auf. Es sollen in ihm in erster Linie die allgemeine Abstammungstheorie und die Ursachen der Stammesentwicklung behandelt werden. Die Stammesgeschichte der einzelnen Gruppen möge einer gesonderten Darstellung vorbehalten werden. Auch manche Einzelfragen werden bewußt übergangen, damit die großen, leitenden Gesichtspunkte um so klarer heraustreten.

A. Inhalt und Begründung der Descendenztheorie

I. Paläontologie und Abstammung

Oben ist darauf hingewiesen worden, daß das Abstammungsproblem zwei Hauptfragen umschließt: Die Frage nach der Mannigfaltigkeit und Zweckmäßigkeit der Lebewesen. Als die einfachere Aufgabe erscheint die Lösung der ersteren Frage. Wir lassen deswegen zunächst einmal das Zustandekommen des zweckmäßigen Baues der Lebewesen beiseite und beschäftigen uns lediglich mit der Verschiedenheit der einzelnen Arten.

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß wir, um Aufschluß über das Entstehen dieser Verschiedenheit zu bekommen, ausgehen müssen von der wirklich beobachteten Formenfülle der Lebewesen. Es liegt nahe, dabei zu beginnen mit den Verschiedenheiten der jetzt lebenden Tier- und Pflanzenarten; wir erkennen darin eine nebeneinander bestehende Mannigfaltigkeit, aber es gibt auch eine nacheinander auftretende Mannigfaltigkeit der Lebewesen, die uns dann entgegentritt, wenn wir auch die ausgestorbenen Tiere und Pflanzen in den Kreis unserer Beobachtungen ziehen. Wir sind dazu imstande, weil sich Reste derselben als Versteinerungen oder Fossilien erhalten haben.

Die Oberfläche der Erde ist seit jeher ständigen Veränderungen unterworfen. Wo jetzt die Meereswogen rollen, waren ehemals große Festländer mit reichem Tier- und Pflanzenleben, und weite Flächen des jetzigen Festlandes waren einstens vom Meere bedeckt. Bewegungen in der Erdrinde türmten Gebirge auf; Frost und Regen zermürben das

Gestein, und die Flüsse schaffen ständig das zu Sand und Schlamm zermahlene Geröll ins Meer. Die Brandung zerwühlt ständig die Küsten und frißt an den Ländern. So wurden und werden ständig große Landmassen abgetragen, und diese Massen sinken in den Meeren zu Boden, wo sie mächtige Ablagerungen bilden, die, in Jahrmillionen aufeinandergehäuft, neuen Inseln und Festländern den Ursprung geben. Flugsand und Staub werden vom Sturm über weite Landflächen gejagt und lagern sich in ruhigeren Gegenden ab. Senkt sich durch Erdumwälzungen die Küste, so dringt das Meer vor und kann ganze Länder bedecken, wie uns die Geologie, die Lehre vom Bau des Erdkörpers, lehrt. Die Leichen der Tiere und Pflanzen sinken im Wasser zu Boden und werden dort vielfach von den sich ablagernden Schlammassen bedeckt. Landtiere mögen in den Sumpf geraten und dort eingebettet werden, oder sie können von Flugsand und Staub verschüttet werden. Entsprechendes gilt für die Pflanzen. Die Weichteile verwesen zumeist ziemlich rasch, aber die widerstandsfähigeren Hartgebilde des Tier- und Pflanzenkörpers können ungeheuer lange Zeiten erhalten bleiben. Aber selbst, wenn auch diese zugrunde gehen, so haben wir doch vielfach Nachricht über ihre Beschaffenheit. Die Einbettungsmassen bilden genau ihre Formen nach und, wenn sie unter dem Druck weiterer Ablagerungen zu Gestein erhärten, so bleiben Hohlformen oder „Abdrücke" erhalten, die uns ein genaues Bild der ehemaligen Einschlüsse liefern. Oder aber diese Hohlformen werden nach und nach ebenfalls mit Gesteinsmasse ausgefüllt, welche naturgemäß die Form des früheren Tierrestes annimmt. Auf diese und ähnliche Weise entstehen die „Versteinerungen", welche die Grundlage für unsere Kenntnis ausgestorbener Tiere und Pflanzen liefern. Es leuchtet ein, daß so in jede sich neu bildende Schicht der Erdrinde die für deren Bildungszeit kennzeichnenden Lebewesen eingeschlossen werden. Bei ungestörter, regelmäßiger Ablagerung der Schichten müssen wir demnach zu unterst die ältesten Tiere und Pflanzen, weiter nach oben immer jüngere vorfinden. Nach diesen Vorbemerkungen können wir nunmehr

dazu übergehen, die für unser Thema in Betracht kommenden Tatsachen zu besprechen*).

In den jüngsten, also zu oberst liegenden Erdschichten, treffen wir Reste von Lebewesen an, die sich in nichts von den jetzt lebenden Tieren und Pflanzen unterscheiden. Dringen wir tiefer in ältere Schichten vor, so ändert sich alsbald das Bild. Schon in solchen Ablagerungen, welche noch reichliche Spuren zahlreicher menschlicher Siedelungen enthalten, kommen Tiere vor, welche uns fremdartig anmuten. Wir greifen hier nur einige wenige Beispiele heraus und beschränken uns auf die Wirbeltiere.

So lebte während des ganzen Diluviums, einer Erdperiode, welche der Jetztzeit voranging und während welcher die Menschheit sich noch auf der niedrigen Stufe der Steinzeit befand, im jetzigen Deutschland und den benachbarten Gebieten der Riesenhirsch (*Cervus megaceros*). ein Tier, welches die Größe eines starken Pferdes hatte. Es erreichte eine Rückenhöhe von über 2 m und eine Körperlänge von 2,80 m. Der Kopf des männlichen Tieres war mit einem gewaltigen Geweih geschmückt, das sich unter anderem von dem Geweih unseres Edelhirsches dadurch unterscheidet, daß

---

*) Ich gebe hier eine kurze Übersicht über die üblichen Bezeichnungen der von der Geologie beschriebenen Erdperioden; die untersten (ältesten) Schichten sind zuerst genannt; die obersten (jüngsten) zuletzt.

I. Azoische oder archaische Formation (Lebewesen nicht nachgewiesen).

II. Paläozoische Formation (hier die ältesten nachweisbaren Organismen).
   1. Cambrium (+ Präcambrium); 2. Silur; 3. Devon; 4. Carbon (Steinkohlenformation); 5. Dyas oder Perm.

III. Mesozoische Formation:
   1. Trias (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper); 2. Jura (schwarzer, brauner, weißer Jura [= Lias], Dogger, Malm); 3. Kreide (zwei Formationen).

IV. Känozoische Formation:
   1. Tertiärformation (Eocän, Oligocän, Miocän, Pliocän); 2. Quartärformation (Pleistocän oder Diluvium; Jetztzeit oder Alluvium).

es mächtige „Schaufeln" besitzt. Seine Spannweite beträgt fast $3^1/_2$ m. Auch durch andere Merkmale des Körperbaues unterscheidet sich der Riesenhirsch deutlich vom Edelhirsch, der allerdings gleichzeitig mit ihm bereits auftrat.

Haben wir im Riesenhirsch schon ein Tier vor uns, das gar nicht mehr in die Jetztzeit paßt, so muten andere Formen uns noch viel fremdartiger an. Hingewiesen sei nur auf das Mammut, eine riesige Elefantenart, welche ebenfalls während des Diluviums lebte. Über seine Beschaffenheit sind wir vorzüglich unterrichtet, weil Kadaver des Mammut bis auf den heutigen Tag im Eise Sibiriens erhalten blieben. So wurde unter anderem im Jahre 1806 an der Küste des Eismeeres ein Mammut ausgegraben, dessen Haut sich in einem derartig guten Zustande befand, daß man das Tier ausstopfen und im Museum zu Petersburg aufstellen konnte. Das elefantenähnliche Mammut (*Elephas primigenius*) wurde bis zu 4 m hoch. Der außerordentlich große Kopf trug zwei Stoßzähne, welche beim männlichen Tier über 4 m lang und 400 kg schwer werden konnten. Die Haut war mit einem dicken Pelz aus etwa 25 cm langen Haaren von hellblonder bis dunkelbrauner Farbe bedeckt; an den Wangen und über die Schultern hing eine Mähne aus längeren Haaren, welche sich beiderseits bis zu den Hinterschenkeln hinzog. Seine Nahrung, von denen man Reste im Magen verschiedener Kadaver gefunden hat, bestand aus Pflanzen ganz wie bei unserem jetzigen Elefanten.

Begnügen wir uns mit diesen beiden Zeitgenossen des Menschen und gehen wir weiter zurück in der Erdgeschichte, in eine Zeit, die noch keine Spuren des Menschen aufweist, so wird die Tierwelt immer fremdartiger. Greifen wir auch hier wiederum nur einige Beispiele heraus. Besonders eigentümlich muten uns in den Schichten des Jura die zum Teil riesenhaften Reptilien an, welche in abenteuerlichen Gestalten Land und Wasser belebten. Namentlich die sogenannten Saurier, welche in ihrem Körperbau gewisse Beziehungen zu unseren zierlichen Eidechsen aufweisen, fesseln die Aufmerksamkeit des Beobachters. Zu den landbewohnenden

Sauriern gehörte das *Iguanodon* (Fig. 1), von dem zahlreiche Skelette ausgezeichnet erhalten sind. Namentlich in Belgien sind solche gefunden worden. Das *Iguanodon* bewegte sich ähnlich wie ein Känguruh vorwiegend auf den mächtig entwickelten Hinterfüßen, wobei es sich auf seinen riesigen Schwanz stützte. Die Vordergliedmaßen sind verhältnismäßig kurz; sie kamen für die Fortbewegung kaum in Betracht. Der abstehende Daumen des Vorderfußes war mit einer dolchartigen Kralle bewehrt. Den langen Hals trug das Tier aufrecht. Die Haut war mit Hornschuppen gepanzert. Die Länge des Tieres betrug etwa 10 m. Unwillkürlich wird man vor einem solchen Koloß an die Drachen erinnert, von denen die Sagen berichten. Die Ichthyosaurier (Fischsaurier) und

Fig. 1

Skelett des *Iguanodon Bernissartense* Blgr., gefunden in der als Wealden bezeichneten Erdschicht von Bernissart in Belgien; das Skelett befindet sich im Museum zu Brüssel (nach L. Dollo)

Plesiosaurier waren meeresbewohnende Reptilien; die ersteren ähneln in ihrer Gestalt ein wenig unseren jetzigen Krokodilen, ohne daß sie aber mit diesen etwas zu tun haben. Sie belebten nach Art der Delphine die Gewässer. Die Plesiosaurier, ebenfalls recht ansehnliche Tiere, führten in den Meeren eine räuberische Lebensweise. Sie besaßen einen langen Schwanenhals und einen verhältnismäßig kleinen Kopf, die zu dem ziemlich plumpen Körper in einem merkwürdigen Gegensatz standen. Auch fliegende Saurier gab es, welche durch eine Flughaut ausgezeichnet waren, die

sich zwischen den Flanken und den Vorderbeinen ausspannte (Fig. 2: *Pteranodon*).

Auch die Vogelwelt jener Erdperiode bietet viel Absonderliches. Der älteste uns bekannt gewordene Vogel, der vielfach auch als Urvogel bezeichnet wird, obwohl diese Bezeichnung streng genommen nicht zutrifft, ist die *Archaeopteryx lithographica* (Fig. 3). Bisher wurden erst zwei Exemplare dieses Tieres gefunden, beide in den Juraschichten

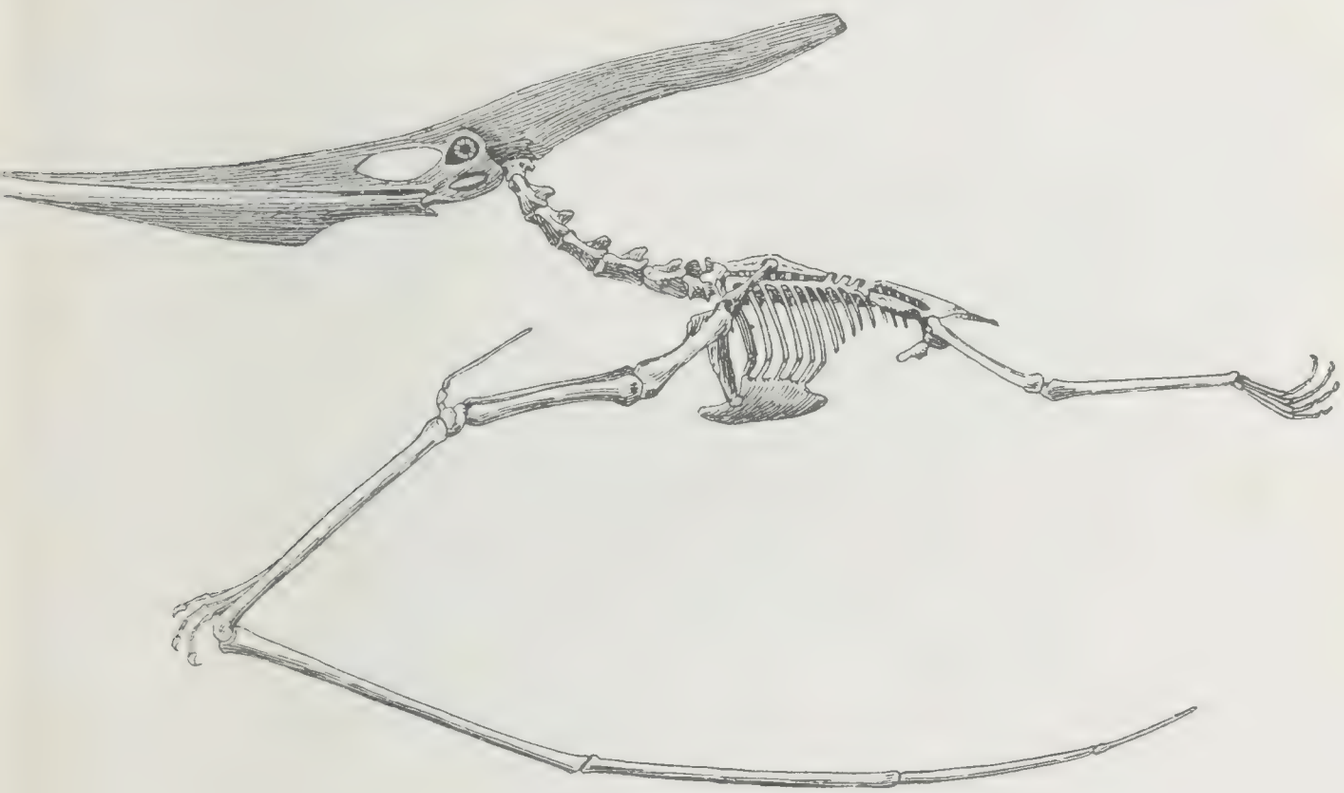


Fig. 2
Skelett des *Pteranodon ingens* Marsh., ergänzt nach verschiedenen Funden; aus der oberen Kreide von Kansas (nach G. F. Eaton); Spannweite der Flügel 6,80 m

von Solnhofen in Bayern. Das eine Exemplar befindet sich in Berlin, das zweite in London. Namentlich das Berliner Exemplar gibt guten Aufschluß über den Bau dieses Vogels. Er war etwa von der Größe einer Taube; der Körper trug ein Federkleid, doch weicht die Anordnung der Federn vielfach von der Beschaffenheit unserer jetzigen Vögel ab. Das fällt namentlich in die Augen bei Betrachtung des Schwanzes. Dieser ist auch nicht kurz wie bei den Vögeln der Gegenwart, sondern langgestreckt und erinnert sehr an den Schwanz einer Eidechse; er war, wie die Abbildung gut erkennen

läßt, zweizeilig mit großen Federn besetzt, weicht also ganz erheblich von dem Flugsteuer unserer Vögel ab. Auch die Flügel, wenn man von solchen reden darf, sind merkwürdig gebaut. Das Skelett derselben entspricht mehr dem eines Vorderbeines, das vielleicht besser zum Gehen oder Klettern, als zum Fliegen geeignet war. Das Endglied der Zehen trägt eine große Kralle. Namentlich die Hinterseite dieses Vorderbeines besaß lange Federn, aber es fehlt die besondere Ausbildung von Schwungfedern, wie wir sie vom Vogelflügel

Fig. 3
Skelett der *Archaeopteryx lithographica*
(nach dem Berliner Exemplar)

her kennen. Vorder- und Hinterbeine, deren Zehen ebenfalls bekrallt waren, sind etwa gleich stark entwickelt. Leider ist das Brustbein, dessen Beschaffenheit uns über die Fortbewegungsart des Tieres genauer belehren könnte, nicht erhalten geblieben. Die Augen waren, wie bei vielen Reptilien, von einem Knochenring umgeben; die Kiefer trugen keinen Hornschnabel, sondern waren mit zahlreichen spitzen Zähnen besetzt. Alles in allem haben wir ein vierfüßiges befiedertes Tier vor uns, das wohl nur ein geringes Flugvermögen, vielleicht nur ein Flattervermögen besaß. Aus etwas jüngeren Schichten sind ebenfalls Vögel mit Zähnen in den

Kiefern bekannt geworden, doch sind bei ihnen die Vordergliedmaßen als richtige Flügel ausgestaltet.

Begnügen wir uns zunächst mit diesen wenigen Beispielen, die sich aus Tier- und Pflanzenwelt ins Ungemessene vermehren ließen, so können wir daraus schon einen wichtigen Schluß ziehen. Wir sehen nämlich, daß tatsächlich die Tierwelt ehemals eine andere war, und das gleiche gilt für die Pflanzenwelt; wir sehen aber zugleich auch, daß jedenfalls viele der in der Vorzeit vorhandenen Tiere immerhin Ähnlichkeiten mit den in der Gegenwart lebenden aufweisen, mögen sie auch in vielen Punkten stark davon abweichen. Allerdings hat es auch Tiere und Pflanzen gegeben, welche solche Ähnlichkeiten kaum oder gar nicht zeigen. Doch brauchen wir hier zunächst keine Rücksicht darauf zu nehmen.

Nunmehr wollen wir unsere Aufmerksamkeit auf eine andere Gruppe von Tatsachen richten. Wenn wir bei den jüngsten Erdschichten beginnend und zu immer älteren fortschreitend nach Resten derjenigen Tiere suchen, wie sie jetzt die Erde bevölkern, so kommen wir schließlich zu einer Schicht, in der wir überhaupt keine Spuren dieser Tiere mehr antreffen. Das heißt mit anderen Worten nichts anderes, als daß zur Zeit der Ablagerung dieser Schicht die betreffenden Tiere überhaupt noch nicht vorhanden waren. An ihrer Stelle findet man nun in recht vielen Fällen Reste von Tieren, welche mit den gesuchten eine gewisse Ähnlichkeit besitzen, aber doch erheblich im einzelnen von ihnen abweichen. Forscht man in noch älteren Erdschichten nach, so wiederholt sich recht oft das gleiche Spiel. So findet man eine ganze Stufenreihe einzelner Tierformen, welche sich wie eine fortlaufende Kette durch die ganze Erdgeschichte hinzieht.

Nehmen wir ein bestimmtes Beispiel. Während der ganzen sogenannten Quartärformation finden wir Reste des Pferdes, und wenn auch die Pferde der Eiszeit sich in mancherlei Punkten von den heutigen Pferden unterschieden haben, so handelt es sich doch um ein echtes Pferd. Um ein leicht verständliches Merkmal herauszugreifen, so war auch das ehemals weitverbreitete Wildpferd einzehig und besaß dem-

entsprechend auch nur einen einzigen Huf, wie wir das von unseren Pferden her kennen.

Besonders deutlich tritt dieses Merkmal bei Betrachtung des Fußskelettes hervor. Auch bei den Pferden der Jetztzeit ist neben der Knochenreihe, welche den Huf trägt, jederseits ein kleiner Knochen vorhanden, der meist allerdings nur schwach entwickelt ist, das sogenannte Griffelbein. Zuweilen aber trifft man statt der Griffelbeine gegliederte

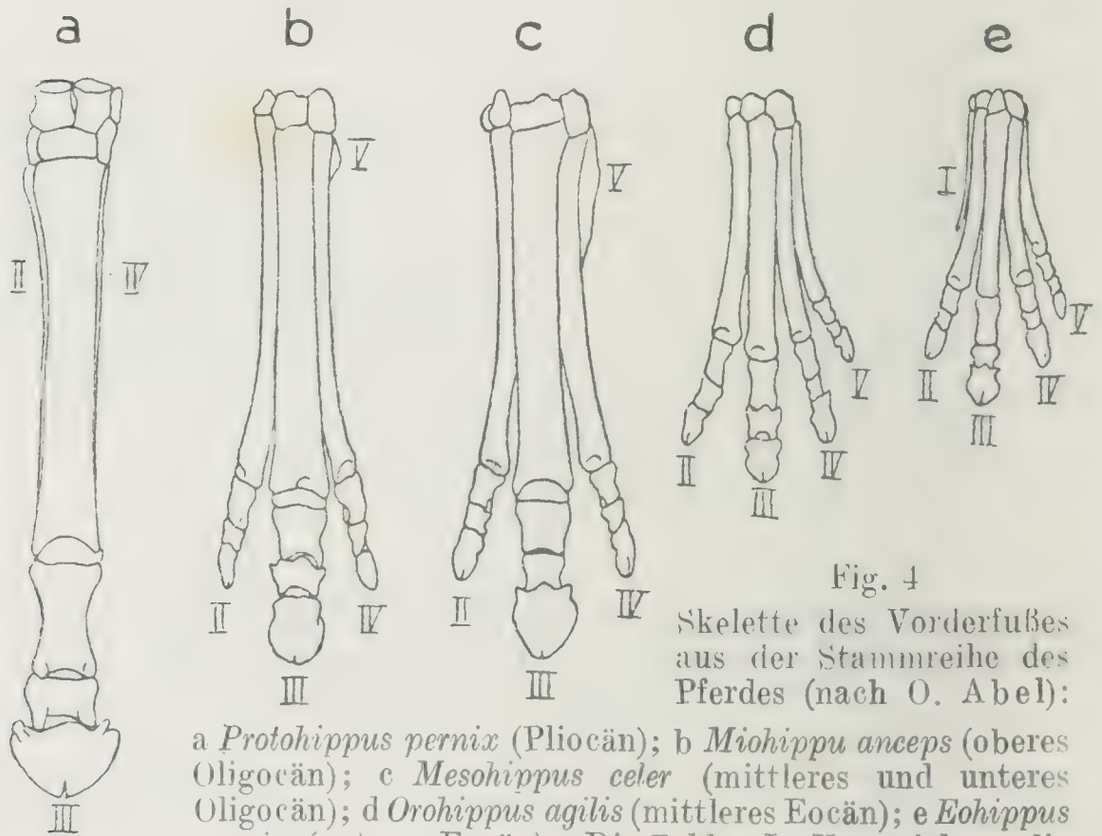


Fig. 4
Skelette des Vorderfußes aus der Stammreihe des Pferdes (nach O. Abel): a *Protohippus pernix* (Pliocän); b *Miohippu anceps* (oberes Oligocän); c *Mesohippus celer* (mittleres und unteres Oligocän); d *Orohippus agilis* (mittleres Eocän); e *Eohippus pernix* (unteres Eocän). Die Zahlen I—V bezeichnen die einzelnen Zehen

Knochenreihen an, welche wie überzählige Zehen anmuten. Die Erklärung für diese Erscheinung geben uns die Fossilien.

Die ausgestorbenen Vorfahren des Pferdes sind ziemlich gut bekannt. Wir halten uns an ein Bruchstück der Stammreihe, wie sie in Amerika aufgedeckt worden ist.

In der Tertiärformation finden wir nicht mehr Reste des echten Pferdes, sondern statt dessen im Pliocän ein recht pferdeähnliches Tier, das man als *Protohippus pernix* zu bezeichnen pflegt (Fig. 4a). Statt der Griffelbeine sind zwei lange dünne Knochen vorhanden, welche der Hauptzehe, die den einzigen Huf trägt, dicht anliegen. Wie die nähere

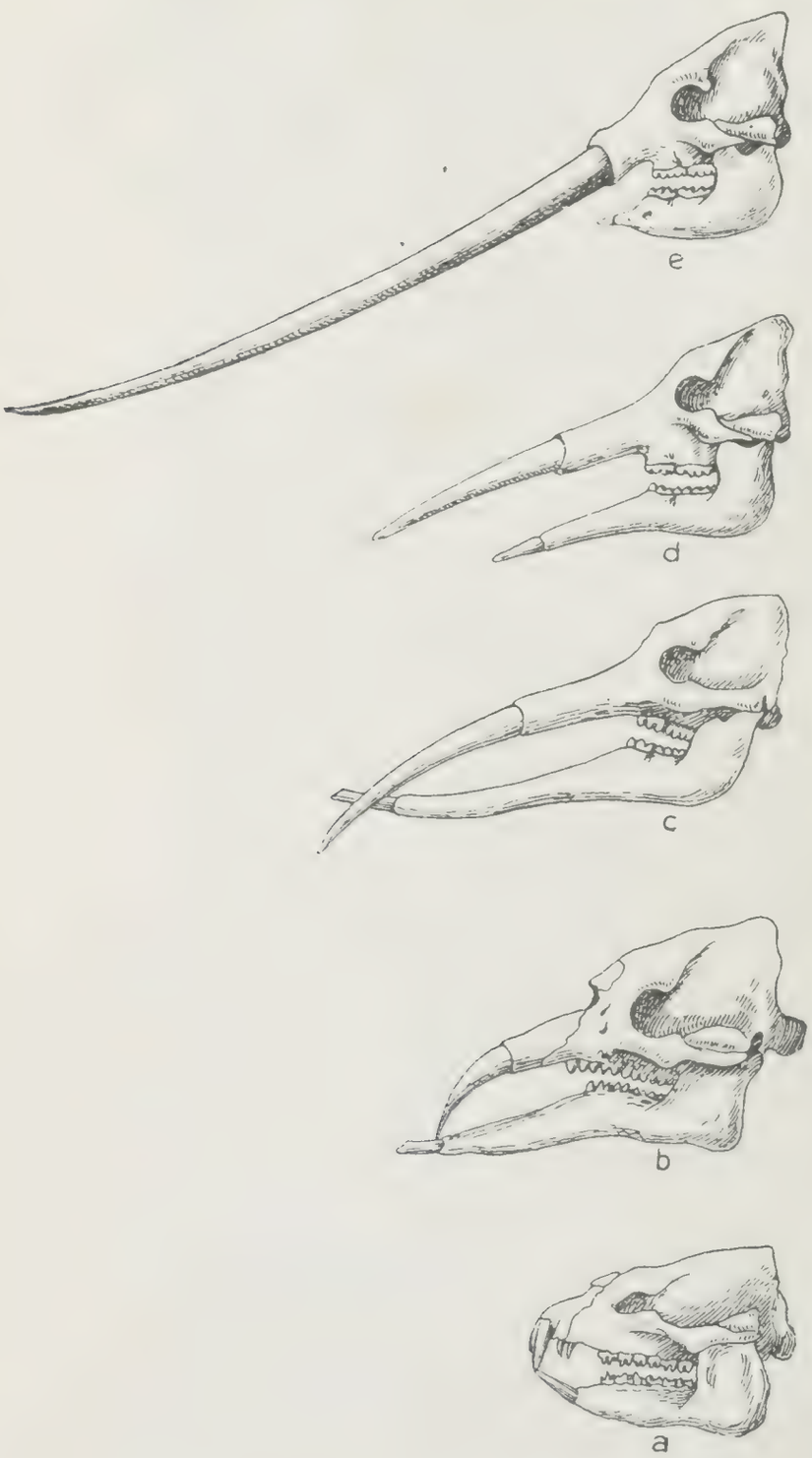
Untersuchung ergibt, entsprechen diese Knochen der zweiten und vierten, die Hufzehe der dritten Zehe eines fünfzehigen Säugetierfußes. Im oberen Oligocän treffen wir auch diese Form nicht mehr an, sondern statt deren den sogenannten *Miohippus anceps*, der deutlich drei Zehen (Fig. 4b; II, III, IV) und die Andeutung einer vierten besaß. Eine Zehe jedoch übertrifft die anderen bei weitem an Länge und an Stärke ihres Hufknochens. In älteren Schichten ist diese Form nicht mehr vorhanden. Das mittlere und untere Oligocän beherbergt dafür den *Mesohippus celer* (Fig. 4c), der ebenfalls dreizehig war. Neben der Zehe, welche den Haupthuf trug (III), sind zwei kleinere, mit Sicherheit auch huftragende Zehen vorhanden (II, IV); die Andeutung einer weiteren Zehe (V) ist recht deutlich. Im mittleren Eocän ist an Stelle des letztgenannten Tieres der *Orohippus agilis* vorhanden, der am Vorderfuß vier huftragende Zehen aufwies, von denen allerdings die eine die anderen an Mächtigkeit übertraf (Fig. 4d). Jedoch ist der Größenunterschied nicht mehr so erheblich wie beim *Miohippus*. Endlich im unteren Eocän begegnet uns dann der *Eohippus pernix*, der außer den vier huftragenden Zehen (II—V) noch die Andeutung einer fünften Zehe (I) zeigt (Fig. 4e).

Außer durch die ungleiche Beschaffenheit der Gliedmaßen unterscheiden sich die genannten Tiere auch im übrigen Körperbau, wenn wir auch davon absehen wollen, hier im einzelnen darauf einzugehen. Um nur auf eines hinzuweisen, war der *Eohippus* nur so groß wie etwa ein Fuchs; die übrigen Formen lassen eine stufenweise Größenzunahme bis endlich zur Pferdegröße erkennen.

Bevor wir an die Deutung dieser Befunde gehen, möge noch ein anderes Beispiel erläutert werden.

In der als Eocän bezeichneten Erdschicht Ägyptens finden sich Reste eines Tieres (*Moeritherium*), das wir nach seiner ganzen Körperbeschaffenheit zu einer Tiergruppe rechnen müssen, zu der auch die Elefanten gehören. Wir wollen uns auf die Betrachtung des Gebisses beschränken (Fig. 5a).

Abgesehen von den Backenzähnen fallen sowohl im Ober- wie Unterkiefer die stark ausgebildeten Schneidezähne auf. In den etwas jüngeren Schichten des ägyptischen Oligocän treffen wir das *Palaeomastodon*, dessen Schädel und Gebiß viel elefantenähnlicher sind (5 b). Der Unterkiefer ist sehr stark nach vorn verlängert, so daß er weit über den Oberkiefer herausragt. In letzterem findet sich nur noch ein Paar Schneidezähne von großer Stärke und Länge. Diese Bezahnung erinnert an die Stoßzahnbildung der Elefanten.



Mehr noch als bei dem letztgenannten Tiere ist der Unterkiefer verlängert bei dem *Tetrabelodon* aus dem europäischen Miocän, also aus einer wiederum etwas jüngeren Schicht (5 c). Auch der Oberkiefer besitzt eine Verlängerung nach vorn, wenn auch längst nicht so viel wie der Unter-

Fig. 5

a *Moeritherium Lyonsi Andrews*. Obereocän Ägyptens. Schädel in etwa $^1/_{15}$ der natürlichen Größe; b *Palaeomastodon Beadnelli Andrews*. Oligocän Ägyptens. Schädel in etwa $^1/_{24}$ der natürlichen Größe; c *Tetrabelodon angustidens Cuvier*. Miocän Nordafrikas und Europas. Schädel in etwa $^1/_{50}$ der natürlichen Größe; d *Tetrabelodon longirostre Kaup*. Unterpliocän Europas. Schädel in etwa $^1/_{52}$ der natürlichen Größe; e *Tetrabelodon arvernense Croiz. et Job*. Oberpliocän Europas. Schädel in etwa $^1/_{45}$ der natürlichen Größe

kiefer. Die Schneidezähne zeigen eine weiter gesteigerte einseitige Ausbildung. Besonders fällt die Längenzunahme der oberen Schneidezähne auf, die vollständig wie Stoßzähne ausgebildet sind; die unteren Schneidezähne sind bei weitem schwächer.

Das untere Pliocän Europas liefert eine vierte bemerkenswerte Form, das *Tetrabelodon longirostre* (Fig. 5d). Sahen wir bei den bisher genannten Tieren eine zunehmende Entwicklung des Oberkiefers und seiner vorderen Schneidezähne, eine Entwicklung, der die Ausbildung zwar nicht der unteren Schneidezähne, wohl aber des Unterkiefers in gewisser Weise die Wage hielt, so tritt nunmehr bei dem Vertreter des unteren Pliocän der Oberkiefer mit seinen geraden Stoßzähnen gegenüber dem verhältnismäßig verkürzten Unterkiefer und seinen schwächeren Schneidezähnen noch mehr in den Vordergrund. Selbstverständlich wird der ganze Schädel bei diesen Veränderungen in Mitleidenschaft gezogen, wie ohne weiteres aus den Figuren hervorgeht.

Aufs äußerste gesteigert ist die überwiegende Entwicklung des Oberkiefers und die Ausbildung seiner Schneidezähne zu mächtigen Stoßzähnen bei *Tetrabelodon arvernense*, dessen Reste sich im oberen Pliocän Europas vorfinden (Fig. 5e). Der Unterkiefer ragt nicht mehr über den Oberkiefer vor, wie das bei den drei zuletzt genannten Formen der Fall war; seine Schneidezähne sind im Vergleich zu denen des Oberkiefers nur kümmerlich entwickelt. Auf den ersten Blick hat man von dem Schädel den Eindruck der Elefantenähnlichkeit. Um Irrtümern vorzubeugen, möge aber hier gleich bemerkt werden, daß die aufgezählten Tierformen keineswegs unmittelbare Vorfahren unserer heutigen Elefanten sind.

Jedenfalls haben wir in der erwähnten Formenkette wiederum eine Stufenreihe kennen gelernt, die sich zusammensetzt aus Gliedern, welche nacheinander in verschiedenen Erdperioden gelebt haben, ganz ähnlich wie das auch bei der Pferdereihe der Fall war. Allerdings besteht ein bemerkenswerter Unterschied von dieser letzteren. Während nämlich in der Stufenreihe der Vordergliedmaßen der Pferde, wie sie

oben dargestellt wurde, jedes zeitlich folgende Glied sich von dem zeitlich vorhergehenden dadurch unterscheidet, daß jeweils eine Rückbildung bestimmter Teile eingetreten ist, müssen wir für die besprochene Schädelreihe das Umgekehrte feststellen. Die besondere Eigentümlichkeit jeder nachfolgenden Form gegenüber der jeweils vorhergehenden kommt hier dadurch zustande, daß eine einseitige Steigerung des gleichen Teiles, nämlich des Oberkiefers und seiner Schneidezähne stattgefunden hat. Gleichzeitig sind allerdings auch gewisse Rückbildungserscheinungen wie etwa am Unterkiefer zu bemerken, doch liegt das eigentlich Charakteristische der Reihe in einer fortschreitenden Steigerung des genannten Merkmals.

Es ließe sich nun eine ganze Anzahl solcher Reihen anführen; wir wollen uns aber mit diesen wenigen Einzeltatsachen begnügen und nur noch eine Allgemeinerscheinung hervorheben.

In der archaischen Formation, der ältesten Ablagerung in der Erdrinde, finden wir überhaupt noch keine sicheren Spuren von Lebewesen; man nennt diese Formation deswegen auch die azoische. Die ersten sicher nachgewiesenen Lebewesen gehören dem Cambrium an. Beschränken wir uns auf die Wirbeltiere, so stoßen wir auf eine merkwürdige Reihenfolge des Auftretens der verschiedenen Gruppen.

Nachdem mannigfache wirbellose Tiere schon vorhanden waren, treten zuerst die Fische in die Erscheinung, und zwar bereits im Silur. Erst im Perm, also bedeutend später, kommen die ersten Amphibien und zeitlich nach diesen die ersten Reptilien vor. Im Jura treten dann die Vögel auf, und erst in der Tertiärformation finden sich die ersten echten Säugetiere. Während des Diluviums wurde im großen und ganzen der heutige Bestand der Tierwelt erreicht. Zuletzt von allen Lebewesen tritt der Mensch auf. Unbedingt sichere Spuren desselben finden sich erst im Diluvium. Während desselben haben mehrere große Vereisungen Europas stattgefunden. Man dürfte wohl das Richtige treffen, wenn man die ältesten Spuren des Menschen in die zweite Zwischeneiszeit verlegt (menschlicher Unterkiefer von Mauer bei Heidelberg).

Wir erkennen also eine zeitliche Stufenfolge in dem Auftreten der großen Wirbeltiergruppen, und Entsprechendes gilt im großen und ganzen auch für das allmähliche Erscheinen der wirbellosen Tiere und der Pflanzen. Wir wollen auf dahin gehörende Einzelheiten nicht eingehen, sondern nun einmal die bisher besprochenen paläontologischen Tatsachen kurz zusammenfassen.

Dabei können wir folgendes feststellen:

1. Die Tier- und Pflanzenwelt war nicht zu allen Zeiten der Erdgeschichte die gleiche, wie wir sie jetzt beobachten, sondern ehedem eine ganz andere.

2. Die verschiedenen Gruppen der Tiere und Pflanzen sind nicht gleichzeitig aufgetreten, sondern nacheinander in einer zeitlichen Stufenreihe mit ungeheuer langen Zwischenräumen. Wie lang diese Zwischenräume gewesen sein mögen, können wir nicht annähernd abschätzen. Aber aus der Dicke der einzelnen Erdschichten können wir schließen, daß es sich um fast unvorstellbare Zeiträume gehandelt haben muß.

3. Die zeitliche Reihenfolge der einzelnen großen Gruppen der Lebewesen nimmt unsere Aufmerksamkeit ganz besonders in Anspruch. Wir sehen, daß im großen und ganzen diejenigen Gruppen zuerst aufgetreten sind, welche einen weniger spezialisierten Körperbau besitzen. Um uns auf die Wirbeltiere zu beschränken, finden wir zuerst Fische, dann Amphibien und Reptilien und schließlich Vögel und Säugetiere. Man darf dabei aber nun nicht behaupten, wie das allerdings vielfach geschieht, daß die Fische weniger vollkommen als die Amphibien und diese wiederum weniger vollkommen als die Reptilien und Säugetiere seien, so daß den vollkommensten Lebewesen zuerst weniger vollkommene vorangegangen wären. Denn in seiner Art ist der Fisch ebenso vollkommen wie das Säugetier. Wohl aber besteht die Anschauung zu Recht, daß der Körperbau eines Fisches oder Amphibiums weniger verwickelt und vor allem nicht so einseitig und spezialisiert ausgestaltet ist wie der des Reptils und des Säugers. In diesem Sinne dürfen wir von einfacheren und verwickelteren Tieren sprechen, oder wenn wir das einfachere

als das niedrigere ansehen, auch von niederen und höheren Formen. Nun ergeben die paläontologischen Befunde, daß zuerst derartige niederen Formen auftraten und erst stufenweise sich die höheren Formen anschlossen.

4. Innerhalb der einzelnen Gruppen wiederholt sich dasselbe Bild. So fanden wir als ältestes pferdeähnliches Tier eine vier- bzw. fünfzehige Urform. Zeitlich später tritt dann eine Kette von Formen auf, deren Glieder nacheinander durch stufenweise Rückbildung der Zehen zu der einzehigen Form unseres Pferdes überleiten. Oder wenn wir an die oben besprochene Formenreihe der elefantenähnlichen Schädel denken, so haben wir als älteste Form eine ungefähr gleichmäßige Ausbildung der Ober- und Unterkiefer und deren Bezahnung. Die in den nachfolgenden Erdschichten vorkommenden Schädel zeigen stufenweise eine mehr und mehr einseitige Ausbildung des Oberkiefers und besonders seiner Schneidezähne in der Umbildung zu Stoßzähnen. Beide Male haben wir eine Formenreihe, welche mit einer wenig spezialisierten Form beginnt und mit einer ganz einseitig ausgestalteten endet, mag nun diese einseitige Ausbildung erreicht werden durch Rückbildung wie in der Pferdereihe, oder durch einseitige, gewissermaßen übertriebene Steigerung einer Eigentümlichkeit wie in der anderen Reihe.

5. Wie das in den obigen Ausführungen schon angedeutet ist, werden die jetzt lebenden Formen vielfach durch Ähnlichkeiten im Bau, die sich allerdings nach rückwärts immer mehr verlieren, mit den ältesten Formen ihrer Gruppe verbunden.

Wir haben hier eine Reihe ganz auffallender Tatsachen vor uns, und es kommt jetzt darauf an, sie richtig zu deuten. Die ganze Art des Auftretens der Organismen läßt nur zwei Auffassungen zu. Die eine davon wurde seinerzeit vor allem von dem großen französischen Anatomen Cuvier (1769 bis 1832) vertreten in seiner sogenannten Kataklysmen- oder Katastrophentheorie. Nach dieser Ansicht wurden zu wiederholten Malen die Gesamtheit oder Teile der lebenden Welt durch gewaltige Erdkatastrophen vernichtet; durch wiederholte Schöpfungen entstand jedesmal eine neue Tier- und

Pflanzenwelt, die um so vollkommener war, je näher sie dem Zeitpunkt lag, in dem als vollkommenstes Geschöpf der Mensch ins Dasein trat.

Diese Auffassung vertritt den Standpunkt, daß die einzelnen Tier- und Pflanzenarten unveränderlich sind und daß sie so aus der Hand des Schöpfers hervorgegangen sind, wie sie in jeder Erdperiode vorgefunden werden.

Eine solche Erklärung der Tatsachen kann nicht als eine naturwissenschaftliche bezeichnet werden. Denn die Naturwissenschaft hat die Aufgabe, alles Geschehen in der Natur aus den stetig wirkenden Naturgesetzen zu erklären. Wir sehen, wie sich alles Geschehen in der Natur sonst nach in ihr selbst gelegenen Gesetzmäßigkeiten abspielt, und wir werden deshalb für die Erklärung der geologischen Tatsachen ebenfalls nach solchen gesetzmäßigen Erscheinungen und Ursachen zu suchen haben. Das führt uns zu der zweiten Auffassung.

Diese bricht mit der Anschauung von der Unveränderlichkeit oder Konstanz der Arten. Sie erblickt in den ausgestorbenen Lebewesen die Vorfahren der heutigen Tiere und Pflanzen. Die zeitliche Aufeinanderfolge der Lebewesen, die allmähliche Zunahme ihrer Mannigfaltigkeit, das Fortschreiten von einfacheren Formen zu zusammengesetzteren und spezialisierteren und endlich die nach und nach erfolgte Annäherung der ausgestorbenen Arten an die jetzt lebenden, all das kann durch das Wirken von Naturgesetzen erklärt werden, wenn die Tier- und Pflanzenarten sich allmählich aus anders beschaffenen Urformen entwickelt haben. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir einer solchen naturwissenschaftlichen Auffassung den Vorzug geben müssen. Besonders wenn man bedenkt, daß die Fossilien in vielen Fällen zusammenhängende Formenreihen bilden, deren einzelne Glieder verschwinden, um immer wieder durch ein neues Glied ersetzt zu werden, und zwar derart, daß die neuen Glieder sich nur durch Steigerung, Umbildung oder Rückbildung einzelner Merkmale von den ausgestorbenen unterscheiden, während ihr Gesamtbau sie in die gleiche Gruppe wie diese letzteren verweist, so erscheinen die vorher-

gehenden Glieder dieser Reihen als die Stammformen der jeweils nachfolgenden.

Und so wird die Paläontologie zur ersten Quelle der Abstammungstheorie. Die Tatsachen lassen sich nicht nur im Sinne einer solchen deuten, sondern eine vorurteilsfreie Betrachtung liefert diese Theorie als Folgerung aus den Tatsachen.

Wir wissen aus tausendfältiger Beobachtung, daß jedes Lebewesen sein Dasein von einem anderen herleitet. Das muß auch in den früheren Erdperioden der Fall gewesen sein, sobald überhaupt Organismen existierten, wenn wir nicht die stetige Gültigkeit der Naturgesetze ablehnen wollen. Dazu haben wir aber nicht nur keinen Grund, sondern eine solche Ablehnung der räumlich und zeitlich stetigen Gültigkeit der Naturgesetze würde jede Naturwissenschaft überhaupt unmöglich machen. Nun wäre es auch unsinnig, anzunehmen, daß etwa alle Vorfahren der Amphibien bis zum Perm restlos verschwunden wären, während von dieser Erdperiode an sich zahlreiche Amphibienreste erhalten hätten. Denn daß auch schon vor dem Perm die Erhaltungsmöglichkeit vorlag, wird bewiesen durch das Vorkommen zahlreicher Versteinerungen in den älteren Erdschichten (Fische bereits im Silur!). Für die übrigen Tiergruppen und auch für die Pflanzen gilt sinngemäß Entsprechendes. Also müssen wir in den Tieren und Pflanzen, welche wir in den älteren Erdschichten finden, die Vorfahren der Lebewesen aus den jüngeren Erdschichten erblicken. Diese jüngeren Lebewesen sind aber vielfach anders beschaffen, als die vorhergehenden; sie treten in mannigfaltigeren Arten auf und ihre Beschaffenheit nähert sich im Laufe der Erdgeschichte stufenweise der heutigen Beschaffenheit an. Eine solche stufenweise Annäherung einer älteren Form an eine jüngere kann auch im einzelnen an den Versteinerungen verfolgt werden. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß die Tier- und Pflanzenarten nicht unveränderlich sind, sondern daß die Nachkommen sich im Laufe der Zeiten verändert haben, daß also die jetzigen Arten von ganz anders beschaffenen Vorfahren abstammen.

Folgt so aus den Tatsachen der Paläontologie notwendig der allgemeine Grundgedanke der Descendenztheorie, so

liegen die Dinge im einzelnen nicht so einfach, wie das nach der hier kurz gegebenen Darstellung scheinen möchte.

Denn erstens erfahren wir über das erste Auftreten der Lebewesen daraus noch nichts; wir müssen vielmehr das Vorhandensein von Urlebewesen voraussetzen. Zweitens bleibt es auch noch unentschieden, wieviel verschiedene Urarten wir annehmen müssen. Ferner darf nicht vergessen werden, daß viele der fortschreitenden Formenreihen, in welche wir die Fossilien einordnen können, nur so zustandegekommen sind, daß man dazu Versteinerungen von ganz verschiedenen Fundorten benutzte. Solche Reihen haben für die Abstammungslehre nur sehr bedingten Wert, da der unmittelbare Zusammenhang der einzelnen Glieder als Vorfahren und Nachkommen wegen der großen räumlichen Entfernung ihres Vorkommens nicht unmittelbar gegeben ist. Nun gibt es allerdings auch Formenreihen, deren einzelne Glieder am gleichen Fundort in ungestörten Erdschichten unmittelbar übereinander gefunden sind. Diese allein sind für unsere Schlußfolgerung zwingend, denn nur bei ihnen kann aus dem lückenlosen Befund mit hinreichender Sicherheit auf eine Abstammung voneinander geschlossen werden. Die übrigen Reihen können nur so verwertet werden, wie wir das unten bei vergleichend-anatomischen Reihen kennen lernen werden; allerdings haben sie vor den letzteren das Früher- oder Spätervorkommen der einzelnen Form in der Erdgeschichte voraus.

Wenn es sich darum handelt, möglichst alle Vorfahren einer Art oder deren Stammreihe kennen zu lernen, hat in erster Linie die Paläontologie das Wort. Nur ihre Befunde können uns die wirkliche Abstammungsgeschichte einer Art vorführen. Wie schon gesagt wurde, werden wir im folgenden darauf nicht näher eingehen.

Für die allgemeine Descendenztheorie aber werden wir noch nach anderen Quellen suchen müssen. Denn eine so umfassende und tiefgreifende Anschauung muß in der Gesamtheit der Naturtatsachen verankert werden.

II. Die Lebewesen der Gegenwart und die Abstammung

a) Die Systematik

Haben wir bis jetzt die aufeinanderfolgende Mannigfaltigkeit der ausgestorbenen Lebewesen benutzt, um den Grundgedanken der Abstammungstheorie abzuleiten, so wollen wir nunmehr dazu übergehen, die Lebewesen der Gegenwart in dieser Hinsicht zu untersuchen.

Auf den ersten Blick erkennen wir, daß sie in einer ungeheuren Fülle von Ordnungen, Familien und Arten vorkommen. Wir stoßen auf eine außerordentlich reiche, nebeneinander bestehende Mannigfaltigkeit. Dieser Mannigfaltigkeit wollen wir zuerst unsere Aufmerksamkeit schenken.

Es ist die Aufgabe der Systematik, all die vielen Arten der Tiere und Pflanzen zu beschreiben, zu benennen und in ein geordnetes System zu bringen. So ergibt sich eine bestimmte Einteilung des Tier- und Pflanzenreiches. Diese Einteilung wird verschieden sein, je nachdem, welchen Gesichtspunkt wir dem System zugrunde legen.

Es versteht sich nun von selbst, daß die Systematik keine künstlichen, nicht in der Sache selbst gelegenen Maßstäbe anlegen wird, sondern bestrebt sein muß, von natürlichen, d. h. in der Beschaffenheit der Lebewesen selbst gelegenen Maßstäben auszugehen. So kommen wir zu einem sogenannten natürlichen System der Organismen. Freilich können auch in einem solchen natürlichen System die Einteilungsgrundsätze im einzelnen verschieden sein, je nachdem, auf welche Merkmale man besonderen Wert legt. Aber im großen und ganzen läßt sich doch auf diese Weise ein allen Anforderungen gerecht werdendes System wenigstens der großen Gruppen aufbauen. Allgemein pflegt man so vorzugehen, daß man die weniger zusammengesetzten Lebewesen an den Anfang des Systems stellt und ihnen die zusammengesetzteren, sogenannten höheren Formen folgen läßt. Überblicken wir nun einmal in großen Zügen das System des Tierreichs.

Zunächst einmal können wir alle Tiere in zwei große Gruppen sondern: in einzellige und vielzellige, oder, wie die Fachausdrücke lauten, in Protozoa (Urtiere) und Metazoa (höhere Tiere).

Die Körper aller Tiere und Pflanzen sind aus Zellen aufgebaut. Die Zelle ist ein winziges Tröpfchen der lebenden Substanz (Protoplasma), in dessen Inneren ein besonderer Teil eben dieses Protoplasmas als sogenannter Kern abgesetzt ist. Dazu kann noch eine Membran kommen, welche den ganzen Zellinhalt wie eine Haut umgibt. Die meisten tierischen Zellen haben jedoch keine Membran, während die pflanzlichen Zellen meistens eine solche besitzen.

Besteht nun das ganze Tier aus einer einzigen derartigen Zelle, die meistens nur mikroskopisch klein ist, so haben wir ein Protozoon vor uns. Der Körper der Metazoa dagegen baut sich aus mehreren bis ungeheuer vielen Zellen auf. Die einzelnen Zellen sind dann nicht gleich beschaffen, sondern je nach ihrer Aufgabe besonders ausgestaltet. So haben wir Muskel-, Nerven- und Knochenzellen, Drüsen-, Bindegewebszellen usw. Bei den einzelligen Lebewesen muß die eine Zelle alle Lebensfunktionen gleichzeitig verrichten. Bei den Vielzellern dagegen sind diese einzelnen Funktionen auf zahlreiche verschiedene Zellen und Zellgruppen (Gewebe) verteilt. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß infolge dieser Arbeitsteilung die Metazoen höhere Leistungen vollbringen können, als die Protozoen; ferner daß der Körper der Metazoen verwickelter gebaut ist, als der einzellige der Protozoen. In diesem Sinne können wir daher die Metazoen als die höheren Tiere bezeichnen.

Wenn wir uns nun einmal die Protozoen etwas näher ansehen, so können wir auch bei ihnen eine ungleich weit getriebene Ausgestaltung ihres einzelligen Körpers beobachten. Sehen wir von den Bakterien ab, so erscheinen uns die sogenannten Amöben (Wechseltierchen) als die einfachsten oder, wie wir im oben erwähnten Sinne auch sagen können, als die niedersten Lebewesen.

Eine Amöbe ist lediglich eine nackte Zelle, also nichts anderes als eine kleine Menge Protoplasma mit einem oder

mehreren Kernen (Fig. 6). Das Protoplasma ist leicht- oder zähflüssig. Ihren Namen haben diese Tierchen, welche im Wasser, im Darm oder in Hohlräumen anderer, höherer Tiere und in feuchter Erde leben, daher, daß sie ständig ihre Gestalt wechseln. Ihr Protoplasma sendet fortwährend einen oder mehrere spitze oder stumpfe Fortsätze aus, welche alsbald wieder eingezogen oder dadurch ausgeglichen werden, daß der ganze Körper der Amöbe ihrer vorgeschobenen

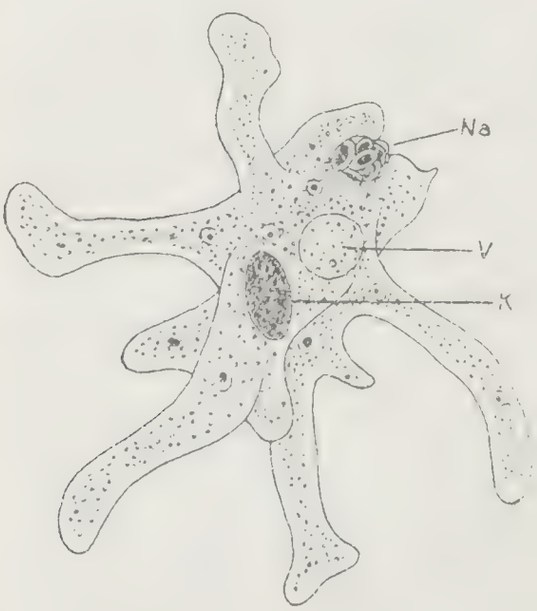


Fig. 6
Amoeba proteus (nach Doflein)
Na Nahrungskörper (kleine Algen); V pulsierende Vakuole; K Kern

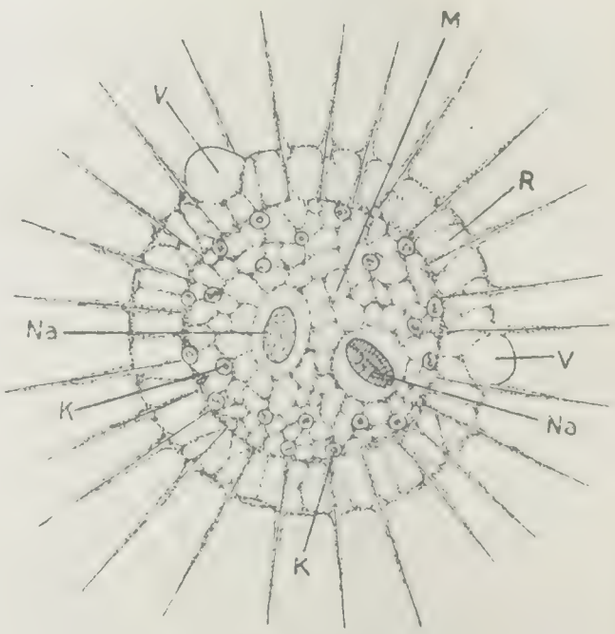


Fig. 7
Actinosphaerium Eichhorni (nach R. Hertwig)
M Marksubstanz, R Rindensubstanz des Protoplasmas; K Kerne; V kontraktile Vakuolen; Na Nahrungskörper

Spitze nachfließt. Zugleich treten vielfach Strömungen im Protoplasma auf, so daß die Tiere ihren Namen wirklich verdienen.

Andere Protozoen besitzen, obwohl sie ebenfalls nackt sind, doch eine bestimmte Körpergestalt, und wir betrachten sie deswegen als gegenüber den Amöben höher stehend. Wir wollen aus der Fülle der Formen nur ein Beispiel herausgreifen, nämlich das Sonnentierchen (*Actinosphaerium*, Fig. 7). Sein Körper besteht ebenfalls aus nacktem Protoplasma mit einem oder mehreren Kernen, aber seine Gestalt ist eine ganz bestimmte; sie ist kugelig, und von der Ober-

fläche strahlen nach allen Seiten lange, feine Fortsätze aus, welche den Körper wie die Strahlen einer Sonne umgeben. Zur Nahrung dienen ihm, wie auch den Amöben, andere einzellige Lebewesen, welche an jeder Stelle der Oberfläche in den Protoplasmaleib aufgenommen werden können. Im Vergleich zur Amöbe zeigt dieses Sonnentierchen einen Körperbau, der in einseitiger Richtung gesteigert oder, wie wir uns auch ausdrücken, spezialisiert ist. Obwohl der Körper auch nur aus einer einzigen Zelle besteht, so ist diese doch nicht mehr in allen Teilen so gleichförmig, wie bei jener. Durch das Auftreten bleibender Strukturen und Bestandteile erscheint uns sein Körper komplizierter; zugleich wird dadurch die Körpergestalt eine ganz bestimmte.

Fig. 8
Euglena viridis (nach Doflein u. a.)
G Geißel; Zm Zellmund; V kontraktile Vakuole; K Kern; A sogenannter Augenfleck

Durch Ausbildung besonderer Zellteile kann nun bei den Protozoen der Körperbau noch mehr spezialisiert und gesteigert werden, so daß er sich von dem einfachen Zustand bei der Amöbe entfernt. Die Fig. 8 stellt eine zu den Geißeltierchen (Flagellaten) gehörende Form dar, eine sogenannte *Euglena viridis*. Die Körperform dieses Tieres ist im allgemeinen eine unveränderliche, weil das Protoplasma seiner einzigen Zelle von einer festen Haut umgeben ist. Die Gestalt ist durchweg spindelförmig, doch kann sie durch Zusammenziehen vorübergehend kugel- oder birnenförmig werden. Besonders kennzeichnend ist eine lange, schnurförmige Geißel am Vorderende, welche der ganzen Gruppe den Namen gegeben hat. Diese Geißel — bei anderen Arten können auch mehrere solcher vorkommen — führt lebhafte schraubenförmige Bewegungen aus und dient dadurch als Fortbewegungsorgan. Da die Tiere eine feste Haut besitzen, können sie nicht mehr die Nahrungskörper an jeder beliebigen Stelle

aufnehmen, sondern es ist dafür eine besondere Öffnung vorgesehen, welche neben der Basis der Geißel liegt und als Zellmund (Cytostom) bezeichnet wird. Allerdings nehmen manche Geißeltierchen keine feste Nahrung auf, sondern leben vollständig wie Pflanzen. Gerade in dieser Tiergruppe ist die Grenze zwischen Tier und Pflanze vollständig verwischt, so daß es oft schwer fällt, zu sagen, ob man ein Tier oder eine Pflanze vor sich hat. Besonders auffallend ist bei vielen Arten ein meist rot gefärbter Fleck am Vorderende, der meistens als ein lichtempfindliches Organ angesehen wird. Auch ist häufig ein besonderes Ausscheidungsorgan vorhanden, das übrigens auch schon bei den Amöben auftritt. Es besteht der Hauptsache nach aus einer bläschenförmigen Flüssigkeitsansammlung im Innern des Tieres, welche in regelmäßigen Zwischenräumen ihren Inhalt durch eine feine Öffnung der Zellhaut nach außen entleert (kontraktile Vakuole). Die hier abgebildete *Euglena* ist eine verhältnismäßig einfache Form; andere Geißeltierchen sind viel verwickelter gebaut. Die Zusammensetzung ihres Körpers wird unter anderem dadurch eine reichere, daß neben den in der Ein- oder Mehrzahl vorkommenden Geißeln noch feine Säume auftreten, welche wellenförmige Bewegungen ausführen und so ebenfalls als Fortbewegungsorgane dienen. Wie die meisten Protozoen leben die Flagellaten im Wasser, manche von ihnen sind auch gefährliche Krankheitserreger.

Noch kompliziertere Formen finden wir bei den Infusorien oder Aufgußtierchen. Sie haben ihren Namen daher, daß man sie leicht erhalten kann, wenn man etwa eine Hand voll Heu mit Wasser übergießt und einige Tage stehen läßt. An den Grashalmen sind stets einige Tierchen in ausgetrocknetem Zustand vorhanden, welche durch das Wasser zu neuem Leben erweckt werden und alsbald eine zahlreiche Nachkommenschaft erzeugen, so daß es in jedem Tropfen des Wassers von Infusorien wimmelt. Wir begnügen uns auch hier mit einem einzigen Beispiel und wählen dazu ein *Carchesium*, das nach seiner Körpergestalt auch wohl als Glockentierchen bezeichnet wird (Fig. 9).

Es handelt sich in diesem Falle um eine festsitzende Form. Auf einem schlanken Stiel, der auf irgendeiner Unterlage festgeheftet ist, erhebt sich der glocken- oder kegelförmige Körper, mit der Spitze nach unten. Der Stiel kann spiralig zusammengezogen werden. Auf der oberen platten Fläche des einzelligen Körpers findet sich eine Spirale langer Wimpern, welche lebhaft hin- und herschlagen. Sie erzeugen einen Wasserstrudel, der dem Zellmund die Nahrungskörper (andere

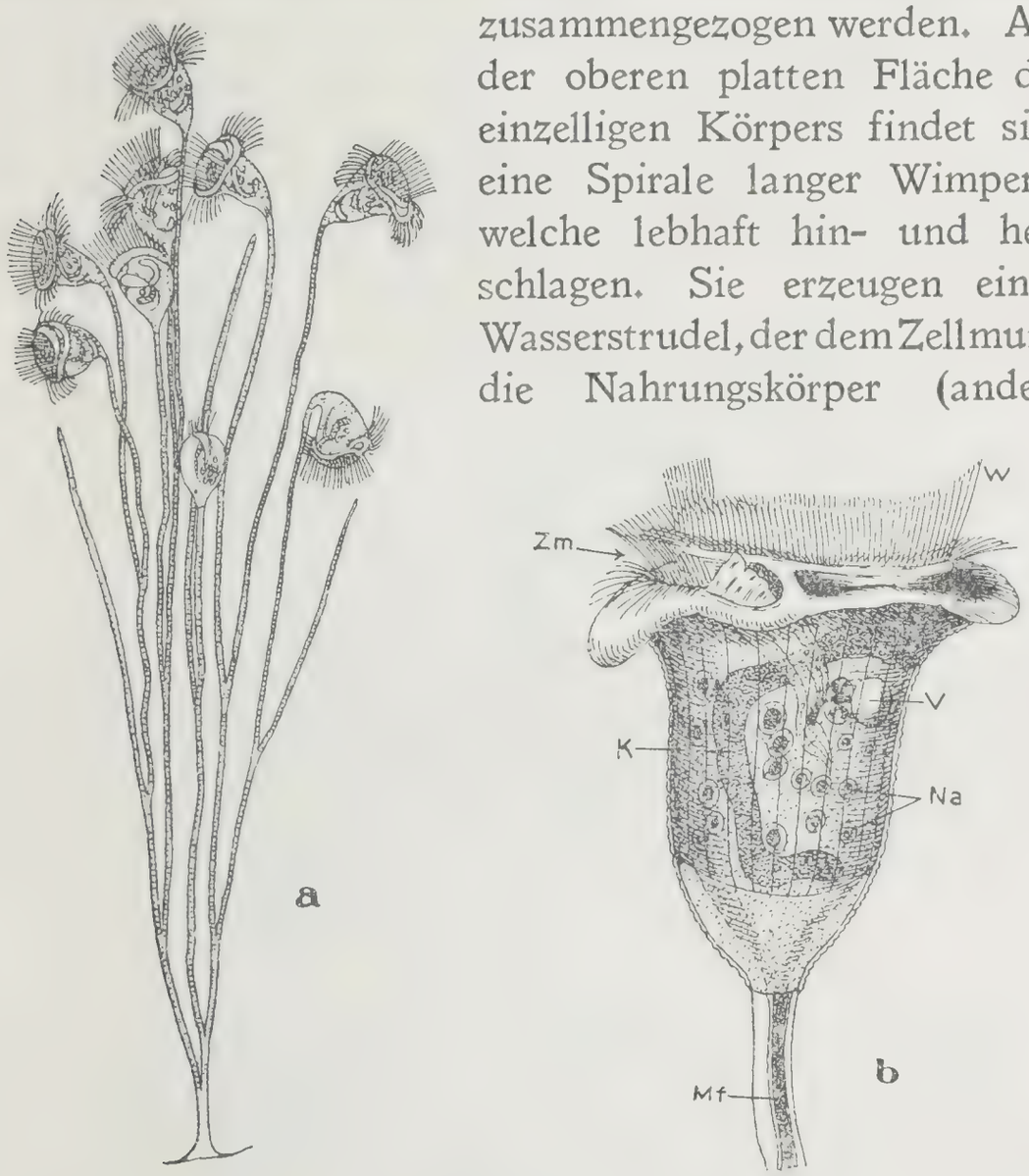


Fig. 9

Carchesium polypinum (nach Doflein)
a ein ganzes Stöckchen; b ein Einzeltier stärker vergrößert
W Wimperspirale; Zm Zellmund; V kontraktile Vakuole;
K Kern; Na Nahrungskörper; Mf Muskelfaden des Stieles

Protozoen, kleine Algen u. dgl.) zuführt. Eine pulsierende Vakuole ist auch hier vorhanden. Die Tierchen bilden meistens verzweigte Stöckchen und gewähren durch das Spiel der Wimpern und die zuckenden Kontraktionen der Stiele einen reizvollen Anblick. Andere Infusorien, besonders die freischwimmenden Formen, sind auf ihrer ganzen Oberfläche mit regelmäßig schlagenden Wimpern besetzt; viel-

fach erhalten sie durch starre Fortsätze und durch mannigfache Oberflächenskulpturen ein sehr verschiedenartiges Aussehen.

Die Mannigfaltigkeit der einzelligen Lebewesen kann noch durch einen anderen Umstand gesteigert werden, nämlich dadurch, daß sie nicht einzeln leben, sondern dauernd zu festen Kolonien verbunden sind. Solche, aus einer großen Anzahl von Einzeltierchen zusammengesetzten Kolonien können als Ganzes frei im Wasser umherschwimmen. Die Gesamtkolonie hat dabei meist eine ganz bestimmte Form. Entweder sind alle Individuen dieser Kolonie gleich oder es macht sich bereits eine Arbeitsteilung bemerkbar, in deren Zusammenhang eine verschiedenartige Beschaffenheit der einzelnen Glieder auftritt. Bei den einzeln lebenden Protozoen hat jedes Individuum die Fähigkeit zur Fortpflanzung durch Teilung. In hoch entwickelten Kolonien ist das vielfach anders. Nur einige Individuen sind zur Vermehrung befähigt; sie zeichnen sich wenigstens zu gewissen Zeiten vor den anderen Koloniegliedern durch eine besondere Körperbeschaffenheit aus; so kommt es, daß das ganze Gebilde manchmal eher den Eindruck eines einfachen vielzelligen Tieres macht als einer Vielheit von Einzellern.

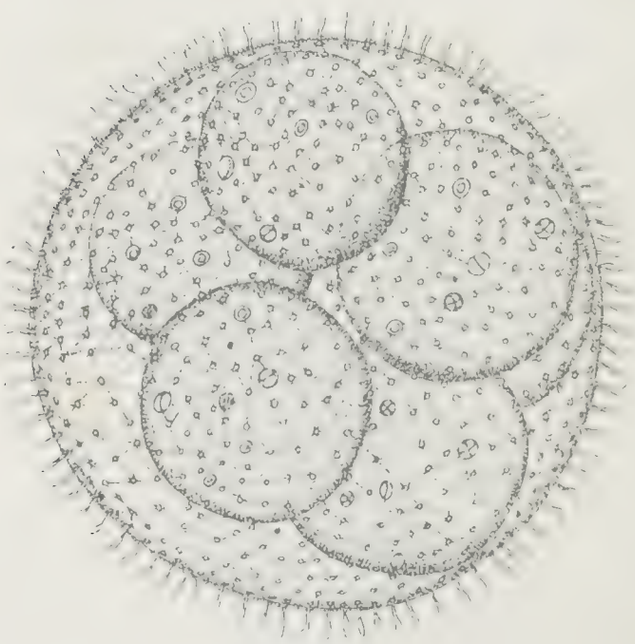


Fig. 10
Volvox aureus (nach Klein)
Eine große Kolonie mit mehreren Tochterkolonien im Inneren
Jedes Einzeltierchen hat zwei Geißeln

Ein hübsches Beispiel dafür ist der sogenannte *Volvox* (Fig. 10), der eine ziemlich große, freischwimmende Kolonie von Kugelform bildet. Die Einzelindividuen dieser Kolonie sind grüne, zweigeißelige Flagellaten von birnenförmiger Gestalt. Jedes Tierchen ist von einer gallertigen Hülle umgeben, und diese Hüllen bilden in ihrer Gesamtheit eine

hohle Kugelschale, aus deren Oberfläche die lebhaft peitschenden Geißeln der Einzeltiere hervorragen. Durch deren Tätigkeit kommt die ganze Kolonie in rollende Bewegung, die den Namen *Volvox* (Wälzer) veranlaßt hat. Einige Individuen wachsen zu ziemlicher Größe heran und werden dabei kugelförmig. Durch vielfache Teilung bilden sie Tochterkolonien, welche zunächst in den Hohlraum der Mutterkolonie fallen, bis sie durch Platzen der letzteren frei werden. Auch noch eine verwickeltere Art der Fortpflanzung kommt vor, indem aus einigen Individuen große, ruhende weibliche Zellen werden, die man mit der Eizelle der höheren Tiere vergleichen kann. Andere Individuen liefern durch mehrfache Teilung schlanke männliche Zellen, welche mit ihren beiden Geißeln frei umherschwimmen und die weiblichen Zellen befruchten. Aus der befruchteten Zelle geht dann durch Teilung eine neue Kolonie hervor.

Brechen wir die Betrachtung der Einzeller hier ab, so erkennen wir an diesen wenigen Fällen schon eine deutliche Reihe stufenweise gesteigerter Organisationshöhe. Die gleiche Erscheinung können wir bei den Metazoen verfolgen. Wir greifen für unsere Überlegungen nur einige größere Gruppen heraus.

Ein Tier, wie der Regenwurm, ist entschieden einfacher gebaut als ein Insekt (Käfer, Schmetterling). Der Wurm besitzt keine Gliedmaßen; er hat nur höchst einfache Sinnesorgane; die einzelnen Abschnitte seines Körpers sind wenig voneinander unterschieden; die Mundwerkzeuge, wenn solche überhaupt vorhanden sind, sind recht einfach. Besondere Atmungsorgane fehlen meistens, und so finden wir in allen seinen Teilen einen wenig spezialisierten Zustand. Ganz anders etwa bei dem Käfer oder Schmetterling. Schon die Gliederung des Körpers in ganz ungleiche Abschnitte läßt einen verwickelteren Bau erkennen. Der Besitz von Gliedmaßen zum Gehen und Fliegen, die mit äußerst feinen und komplizierten Gelenken ausgestattet sind, bedeutet einen ungeheuren Fortschritt gegenüber den einfachen Bewegungsmitteln des Wurmes. Die Sinnesorgane, besonders

für Geruch und Gesicht, sind höchst leistungsfähig und dementsprechend ausgestattet, und so ist es mit allen Organen.

Ebenso ist ein Fisch komplizierter als ein Wurm. Am einfachsten kann man sich das klar machen, wenn man bedenkt, daß wir bei ihm Organsysteme finden, welche dem Wurm fehlen. Es braucht nur auf das Skelett hingewiesen zu werden; ein solches geht den Würmern vollkommen ab.

Viele Fische, insbesondere die Haie, haben ein Skelett (Wirbelsäule, Schädel usw.), das nur aus Knorpelgewebe besteht. Bei anderen Fischen tritt zu diesem Knorpel noch echtes Knochengewebe hinzu, und der Schädel ist dann nicht mehr eine einfache Kapsel, sondern besteht aus zahlreichen einzelnen Stücken. Das bedeutet entschieden eine Steigerung der Körperbeschaffenheit und eine neue Mannigfaltigkeit gegenüber den Haien. Im System lassen wir daher diese Gruppe als Knochenfische den Knorpelfischen (Haie) folgen. Nicht nur auf Grund der Beschaffenheit des Skeletts ist diese Einordnung berechtigt, sondern auch wegen anderer Einzelheiten des Körperbaues, auf welche wir hier nicht näher eingehen wollen.

Bleiben wir bei der Betrachtung der Wirbeltiere stehen, so setzt sich die Steigerung und Spezialisierung fort in den Amphibien. Auch dafür nur ein kurzer Hinweis. Der Fisch hat zwar schon Gliedmaßen (Flossen), aber diese sind doch sehr einfach und vor allem nicht durch Gelenke gegliedert. Er muß deswegen die ganze Wirbelsäule zur Fortbewegung benutzen, indem er mit ihr die schlängelnden Schwimmbewegungen ausführt. Im Einklange damit ist die Wirbelsäule in ihrer ganzen Ausdehnung sehr gleichmäßig beschaffen. Bei den Amphibien nun treten gelenkig gegliederte Gliedmaßen auf. Bei den Schwanzlurchen (Molche) ist neben den schwachen Beinen noch eine lange Schwanzwirbelsäule vorhanden, welche vor allem im Wasser für das Schwimmen wichtig ist. Bei den Fröschen und Kröten findet sich ein Ruderschwanz nur noch in der Jugendzeit (Kaulquappe). Das erwachsene Tier bewegt sich nur mit Hilfe der mächtig entwickelten Beine, deren Unterschied von der Fischflosse dadurch auffällig wird, daß sie aus winkelig

gegeneinander abgesetzten Abschnitten bestehen. Der Fisch ist auf das Leben im Wasser angewiesen. Das Amphibium ist zum Landleben befähigt. Das Leben auf dem Lande bietet aber viel mehr Mannigfaltigkeit der äußeren Bedingungen, als das Wasserleben, so daß wir auch diesen Übergang als eine Steigerung oder, wenn das nicht, doch als eine Spezialisierung betrachten müssen. Statt der Kiemen finden wir bei den Amphibien als neues Atmungsorgan die Lungen. Die Wirbelsäule ist nicht mehr gleichförmig aus gleichartigen Wirbeln aufgebaut, sondern in einzelne ungleiche Abschnitte gegliedert, so daß sie den Gliedmaßen feste Stützpunkte gewähren.

Diese und andere Dinge sind noch mehr spezialisiert bei den Reptilien und Vögeln. Um von allem anderen abzusehen, genügt die hohe, sich weit über den einfachen Zustand der Fischflosse erhebende Ausgestaltung des Vogelflügels, um das erkennen zu lassen.

Die Steigerung des Körperbaues, von der nun wiederholt die Rede war, gibt sich vor allem kund in den komplizierteren Leistungen der „höheren" Tiere. Man denke nur an die Wanderflüge der Vögel, mit denen sich die Wanderzüge vieler Fische wohl einigermaßen vergleichen lassen, die aber doch gegenüber dem Schwimmen im Wasser einen viel leistungsfähigeren Organismus erfordern. Oder man erinnere sich an die Brutpflege, die sich zwar in allen Tiergruppen findet, aber kaum irgendwie eine solche Steigerung erfährt wie bei den Vögeln und vor allem auch bei den Säugetieren. Lebensbetätigung und Körperbau stehen immer in engster Wechselbeziehung, und wo wir eine gesteigerte Leistung antreffen, haben wir auch einen gesteigerten Bau des Tieres vor uns, mag diese Steigerung auch vielfach nur eine einseitige, d. h. eine spezialisierte sein.

Außer den bereits erwähnten Organen läßt vor allem das Zentralnervensystem in der ganzen Gruppe der Wirbeltiere eine stufenweise Steigerung vom Fisch zum Säugetier erkennen. Der wichtigste Teil des Großhirns, die sogenannten Hemisphären, welche beim Menschen den umfangreichsten Hirnteil ausmachen und für höhere psychische Leistungen

unentbehrlich sind, fehlt den Fischen noch fast vollständig. Von den Amphibien über Reptilien und Vögel zu den Säugetieren werden die Großhirn-Hemisphären immer mächtiger und komplizierter, was sich äußerlich auch darin kundtut, daß schließlich bei den Säugetieren Faltungen ihrer Oberfläche eintreten.

Aus solchen und anderen entsprechenden Gründen ergibt sich die natürliche Reihenfolge im System: Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere, und diese Reihenfolge bringt zugleich eine stufenweise Steigerung der Organisation zum Ausdruck. Letzteres findet sich bestätigt, wenn man näher auf die Einzelheiten eingeht. Auch innerhalb der großen Gruppen bei einem Vergleich der einzelnen Gattungen und Arten läßt sich die gleiche Ordnung vornehmen. Diese Ordnung bildet aber nun keine einfache Linie, sondern sie weist vielfache Verzweigungen auf, da manche Gruppen sich nicht einfach hintereinander schalten lassen, sondern gleichwertig nebeneinander stehen. Wir wollen an dieser Stelle nicht näher untersuchen, ob man für das ganze System mit einer verzweigten Linie auskommt, der ob es aus mehreren solchen Linien zusammenzusetzen ist.

Jedenfalls haben wir im natürlichen System, wenn wir dabei die verschiedenen Verästelungen und den letztgenannten Gesichtspunkt nicht vergessen, im großen und ganzen vom Protozoon bis zum Säugetier eine Reihe zunehmender Komplizierung und Spezialisierung und innerhalb der einzelnen Gruppen des Systems dasselbe Bild. Wir erkennen, daß die nebeneinander bestehende Mannigfaltigkeit der jetzt lebenden Organismen gradweise abgestuft ist. Das ist einer der Punkte, die wir für die folgenden Betrachtungen festhalten müssen.

Noch auf einen anderen Punkt müssen wir unsere Aufmerksamkeit lenken. In einem natürlichen System erfolgt die Zuteilung der einzelnen Lebewesen zu einer bestimmten Gruppe nach der Übereinstimmung ihres Baues. Alle Protozoen haben gewisse Dinge des Körperbaues gemeinsam, ebenso alle Würmer, alle Stachelhäuter, Mollusken, Gliedertiere, alle Wirbeltiere. Auch innerhalb der großen Gruppen

wird das gleiche Verfahren befolgt. Alle Fische zeigen in gewissen Punkten Übereinstimmung, ebenso alle Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere. Die einzelnen Glieder der systematischen Gruppen unterscheiden sich voneinander nur durch spezielle Ausgestaltung einzelner Teile und Organe; die allgemeine Grundlage ihres Körpers ist dagegen die gleiche. Auch dieser Umstand ist von großer Bedeutung.

Endlich müssen wir noch einen dritten Punkt hervorheben, der bei der Beschäftigung mit der Systematik ins Auge springt. Die Gliederung im System erfolgt so, daß das ganze Tierreich erst in Stämme, die Stämme in Klassen und Ordnungen, diese letzteren in Familien, Gattungen und Arten eingeteilt werden. Die einzelnen Glieder einer Gattung (die Arten) haben eine größere Übereinstimmung miteinander als die Glieder einer Familie, die Glieder ein und derselben Familie wieder eine größere Übereinstimmung mit einander als die Angehörigen verschiedener Ordnungen usw. Die Zuteilung eines Tieres zu einer Ordnung oder einer Familie macht darum, von einzelnen Fällen abgesehen, im allgemeinen keine Schwierigkeit. Anders wird das aber häufig, wenn man die Zuordnung zu einer Gattung oder Art vornehmen muß. Denn die Angehörigen ein und derselben Gattung zeigen meist so viel Übereinstimmung miteinander, daß es oft schwierig ist, zu unterscheiden, ob man sie ein und derselben Art oder verschiedenen Arten zuteilen soll. Selbst wenn große äußerliche Unterschiede vorhanden sind, ist diese Frage keineswegs immer leicht zu entscheiden. Zu ein und derselben Art rechnen wir im allgemeinen diejenigen Individuen, welche völlige Übereinstimmung des Körperbaues zeigen und miteinander fruchtbare Nachkommen erzeugen können. Aber man erkennt sehr leicht, daß dadurch keine scharfe Umgrenzung des Artbegriffs gegeben ist, denn die Übereinstimmung im Körperbau ist überhaupt niemals eine durchaus vollkommene, sondern alle Individuen, selbst diejenigen, welche wir aus guten Gründen zu ein und derselben Art rechnen müssen, zeigen im einzelnen mehr oder minder Abweichungen voneinander. Das weiß jeder schon aus der Betrachtung der menschlichen

Familie. Die Erscheinung, mit der wir es dabei zu tun haben, bezeichnet man als die Variabilität der Organismen. Niemals sind Geschwister untereinander vollkommen gleich. Aus diesem Grunde unterscheidet man innerhalb der Arten im allgemeinen noch wieder Varietäten oder Rassen, die nur durch geringe körperliche Verschiedenheiten sich voneinander abheben und miteinander fortpflanzungsfähig sind. Aber es erhebt sich doch die schwierige Frage: wie groß müssen die Unterschiede sein, daß wir nicht mehr Rassen, sondern verschiedene Arten vor uns haben; wann sind zwei Tiere noch der gleichen Art, wann zwei verschiedenen Arten zuzuteilen? Pferd und Esel unterscheiden sich im Körperbau verhältnismäßig nur wenig. Deshalb werden sie zu ein und derselben Gattung, aber doch zu verschiedenen Arten gerechnet, obwohl sie miteinander Nachkommen erzeugen können. Hund, Wolf und Fuchs zeigen ebenfalls eine große Ähnlichkeit, aber man betrachtet sie als getrennte Arten; wechselseitige Fruchtbarkeit besteht auch hier. Dagegen rechnen wir die verschiedenen Formen des Haushundes, welche sich meist viel mehr unterscheiden als Wolf, Hund und Fuchs, zu ein und derselben Art und bezeichnen sie nur als verschiedene Rassen. Man ersieht schon hieraus, daß die Umgrenzung einer Art stets etwas Willkürliches an sich hat. Die Natur kennt eben nicht die scharfe Artgrenze, die der Systematiker braucht. Die Art ist nicht als etwas fest Geschlossenes in der Natur gegeben, sondern der Artbegriff ist erst vom Menschen in die Natur hineingetragen, und die Abgrenzung der einzelnen Arten gegeneinander behält immer auch bei Berücksichtigung aller natürlichen Eigentümlichkeiten der Organismen etwas Künstliches und Willkürliches. Es gibt keine feste natürliche Artgrenze. Und das ist der dritte Punkt, welchen wir für unsere Überlegungen herausstellen müssen.

Fassen wir nun einmal zusammen, was sich für uns aus der Beschäftigung mit dem natürlichen System ergeben hat. Alle Tiere und ebenso auch die Pflanzen lassen sich derart ordnen, daß sie eine allerdings mit Nebenzweigen besetzte Reihe bilden, welche in gradweiser Abstufung des Körper-

baues von einfachen zu hochentwickelten Formen führt; in dieser Reihe erkennen wir eine stufenweise Steigerung. Ferner besteht das System aus einzelnen Gruppen, innerhalb deren die einzelnen Lebewesen im allgemeinen Körperbau übereinstimmen und sich nur durch Besonderheiten desselben mehr oder weniger voneinander unterscheiden. Und endlich sind die einzelnen Arten gegeneinander nicht durch eine natürliche Grenze fest abgeschlossen.

Suchen wir nach einer Erklärung dieser Erscheinungen, so leuchtet ohne weiteres ein, daß eine solche in der Abstammungstheorie gegeben sein kann. Wenn alle Arten sich allmählich aus einfachen Formen entwickelt haben, so ist es sehr wohl möglich, daß sie ungleich weit in der Entwicklung fortgeschritten sind. Manche zeigen dann noch einfache Zustände, während andere bereits einen verwickelten Körperbau erreicht haben. So wird die im System zum Ausdruck kommende Abstufung und Steigerung der Organisation verständlich.

In älteren Darlegungen ist die systematische Reihe von einfacheren zu komplizierteren Formen vielfach in dem Sinne gedeutet worden als ob die jetzt lebenden einfachen Tiere und Pflanzen die Stammformen der sogenannten höheren Lebewesen seien, so daß das ganze natürliche System den wirklichen Stammbaum der höheren Lebewesen darstellt. Diese Auffassung ist indessen unrichtig, schon aus dem Grunde, daß wir die Vorfahren der jetzt lebenden Tiere unter solchen zu suchen haben, die in längst verflossenen Erdperioden lebten, nicht aber den einen Teil der jetzt lebenden Formen als die Vorfahren des anderen Teils der gegenwärtigen Lebewesen ansehen dürfen. Daher dürfen wir die Gesamtgliederung des Systems nur in dem oben vertretenen Sinne verwerten.

Durch die allmähliche Entwicklung der Arten verständlich wird ferner der Umstand, daß viele Tierarten eine große Ähnlichkeit miteinander besitzen und nur spezielle Unterschiede aufweisen. Denn wir brauchen nur anzunehmen, daß solche Gruppen von einem gemeinsamen Vorfahren abstammen, was der Sachlage ganz und gar entsprechen

würde. Die größere oder geringere Ähnlichkeit wird zu einer größeren oder geringeren Verwandtschaft durch engere oder entferntere Abstammung von gemeinsamen Vorfahren. Und wenn die eine Art sich in eine andere umwandeln kann, wird es begreiflich, daß es keine unbedingt scharfe natürliche Artgrenze gibt.

Man wird zugeben, daß sich die Tatsachen der Systematik in diesem Sinne deuten lassen; sie bilden also jedenfalls keinen Widerspruch zur Abstammungstheorie. Aber sind nun diese Tatsachen derart, daß sie uns zwingen, zu ihrer Erklärung einzig und allein die Abstammungstheorie aus ihnen selbst abzuleiten? Wenn wir das natürliche System allein für sich betrachten, müssen wir diese Frage mit Nein beantworten. Denn dann wäre immerhin die Möglichkeit vorhanden, die besprochenen Erscheinungen auf andere Weise, etwa durch eine unmittelbare Schöpfung der einzelnen Arten, zu erklären. Anders aber wird unser Urteil, wenn wir die zuletzt besprochenen Ergebnisse mit dem zusammenbringen, was wir oben über die ausgestorbenen Lebewesen erfahren haben. Die Tatsachen der Paläontologie drängen uns den Gedanken der Abstammung unwillkürlich auf, und nun sehen wir, daß die paläontologischen Befunde in dieser Hinsicht eine ausgezeichnete Ergänzung erfahren durch die Betrachtung des natürlichen Systems. Und so wird auch dieses letztere zu einem Beweismittel für die Descendenztheorie. Freilich werden auch die Beweise aus Paläontologie und Systematik dann hinfällig sein, wenn sie mit den Tatsachen aus den noch nicht besprochenen Gebieten der Biologie im Widerspruch stehen. Insbesondere haben wir bislang die Umwandlung einer bestimmten Form eines Lebewesens in eine andere Form nur mittelbar erschlossen, aber noch keine Tatsachen kennen gelernt, welche eine solche Umwandlung unmittelbar zeigen. Auf diesen Punkt werden wir noch unsere besondere Aufmerksamkeit zu richten haben.

Übrigens möge, um Mißverständnisse auszuschließen, ausdrücklich bemerkt werden, daß die oben als Beispiele angeführten Steigerungsreihen keineswegs wirkliche Stammreihen sind; sie sollten nur dazu dienen, den allgemeinen

Gedanken der gradweisen Abstufung der Organisation abzuleiten.

b) Die Morphologie

Wenn wir uns nun nach weiteren Gesichtspunkten umsehen, welche für die Ableitung der Descendenztheorie in Frage kommen können, so bleiben wir zunächst noch bei der Betrachtung des Körperbaues der Tiere stehen. Es ist die Aufgabe der Morphologie, diesen letzteren nach allen Seiten hin zu untersuchen. Morphologie heißt Lehre von der Gestalt oder Form. Sie beschäftigt sich aber nicht bloß mit der äußeren Gestalt der Lebewesen, sondern auch mit ihrer Zusammensetzung aus einzelnen Teilen und Organen. In dieser Hinsicht fällt Morphologie zusammen mit dem, was man unter Anatomie versteht, welch letztere durch Zergliederung des Körpers seinen Bau erforscht. Wenn man die Organe verschiedener Tiere hinsichtlich ihres Baues und ihrer Zusammensetzung miteinander vergleicht, spricht man von vergleichender Morphologie oder vergleichender Anatomie. Durch einen solchen Vergleich lernt man die wesentliche Grundlage eines Organs kennen, die sich daraus ergibt, daß sie bei ein und demselben Organ, auch wenn es von verschiedenen Tieren stammt, im Grunde genommen dieselbe sein muß. Zugleich erkennt man aber auch dabei, welche besondere Ausgestaltung das betreffende Organ jeweils bei den einzelnen Tierarten besitzt. Diese Besonderheiten sind es, welche im Gegensatz zu der überall gleichen Grundlage die Verschiedenheit des Organs bei den einzelnen Arten bedingen. Es versteht sich von selbst, daß erst durch eine solche vergleichende Betrachtung volles Verständnis für den Bau des Tieres gewonnen werden kann.

Die Morphologie befaßt sich aber nicht nur mit dem Bau des erwachsenen Tieres, sondern ihre Aufgabe ist es auch, die Entstehung dieses Baues zu ermitteln, mit anderen Worten: auch die Entwicklung aus dem Ei bis zum reifen Tiere zu verfolgen. Und so ist ein wichtiger Teil der Morphologie die Entwicklungsgeschichte. Wie es eine vergleichende Anatomie gibt, gibt es auch eine vergleichende Entwick-

lungsgeschichte, welche den Werdegang der verschiedenen Lebewesen miteinander vergleicht. Und auch hier ist es wieder die vergleichende Betrachtungsweise, welche tieferes Verständnis der Entwicklungsvorgänge schafft. Zugleich findet die vergleichende Anatomie in der Entwicklungsgeschichte eine äußerst wertvolle Ergänzung. Wir werden unten Gelegenheit haben, das an gewissen Fällen kennen zu lernen.

Für unsere Zwecke wollen wir die Besprechung der Morphologie in drei Abschnitte teilen; zunächst wollen wir uns befassen mit der Morphologie der Gesamtgestaltung der Tiere; dann sollen sich Betrachtungen über die Anatomie und die Entwicklungsgeschichte anschließen.

1. Der Polymorphismus

Wenn wir von einer bestimmten Tierart sprechen, dann verbinden wir mit dem Artnamen eine ganz bestimmte Vorstellung von einer ganz bestimmten Gestalt oder Form. Unbewußt ist namentlich der Laie der Meinung, daß eben jedes Tier eine unveränderliche Gestalt besitze und daß dann, wenn uns verschieden gestaltete Tiere entgegentreten, es sich immer um verschiedene Arten handeln müsse.

Aber diese Vorstellung ist durchaus irrig, wie wir gleich sehen werden.

Jeder Leser kennt gewiß den großen Unterschied zwischen einer Schmetterlingsraupe und dem leichtbeschwingten Falter. Wie jeder weiß entwickelt sich aus der Raupe zunächst eine sogenannte Puppe, und aus dieser letzteren entsteht nach einiger Zeit der Schmetterling. Die Unterschiede zwischen Raupe, Puppe und Schmetterling sind nicht bloß äußerlicher Natur, sondern erstrecken sich auf die ganze Organisation. Um nur ein Beispiel anzuführen: Die Raupe, welche im allgemeinen von Pflanzenblättern lebt, hat Mundwerkzeuge, welche zum Beißen und Kauen eingerichtet sind. Solche fehlen dem Schmetterling vollkommen. Statt dessen besitzt er eine Saugvorrichtung, den sogenannten Rüssel, der ihn in den Stand setzt, aus Blüten Honig zu saugen. Solche großen Unterschiede finden sich auch an den übrigen Organen. Wenn wir den Entwicklungszusammenhang zwi-

schen Raupe, Puppe und Schmetterling nicht kennen würden, würde gewiß jeder diese drei Dinge für ganz verschiedene Tiere halten. Und doch gehören Raupe, Puppe und Falter der gleichen Art an; sie sind nur gänzlich verschiedene Formzustände ein und derselben Art. Die Raupe ist dasselbe Tier wie der ganz anders gebaute Schmetterling.

Entsprechende Fälle ließen sich aus vielen Gruppen des Tierreichs anführen. Sie liegen stets dann vor, wenn eine sogenannte Larve vorkommt; und Larven finden wir nicht nur bei den Insekten, sondern auch bei manchen Wirbeltieren (z. B. Frosch, Aal), und anderen. Wir wollen es aber mit dem einen Beispiel genug sein lassen. Was folgt daraus?

Unzweifelhaft geht daraus hervor, daß das Leben des Individuums von einer bestimmten Form seines Körpers unabhängig ist. Es kann in ganz verschiedenen Form- und Organisationszuständen auftreten.

Aber nicht nur das Leben des Individuums ist unabhängig von der bestimmten Form und einer einzigen Bauweise des Körpers, sondern auch das Leben der Art. Unter „Leben der Art" verstehen wir die ganze Kette von Generationen, welche sich innerhalb einer Art lückenlos zeitlich aneinander schließen. Das Leben des Individuums ist ein Glied dieser Kette. Die Unabhängigkeit nun des Bestandes dieser Kette oder der Erhaltung der Art von der Form und dem Bau des Körpers durch die ganze Generationenfolge hindurch geht einleuchtend hervor aus der Erscheinung des sogenannten **Polymorphismus.**

Polymorphismus heißt wörtlich übersetzt Vielformigkeit. Man versteht darunter die Erscheinung, daß die einzelnen Glieder einer Art in ganz verschiedener Gestalt auftreten können. Wir brauchen nicht lange zu suchen, um Beispiele dafür zu finden. Besonders häufig ist der Fall, daß bei ein und derselben Art die beiden Geschlechter sich durch ganz ungleichen Körperbau unterscheiden. Mit den Verschiedenheiten, welche wir hier im Auge haben, sind nicht gemeint die Unterschiede im Bau der Fortpflanzungsorgane, die naturgemäß hier wie dort ungleich gestaltet sind, sondern es handelt sich um den allgemeinen Körperbau. Allen be-

kannt ist die verschiedene Gestalt der drei Arten von Insassen eines Bienenstockes. Königin, Arbeiterin und Drohne sind an der Verschiedenheit ihres Körpers auf den ersten Blick zu unterscheiden. Dasselbe gilt für die Königinnen, Männchen, Arbeiter und Soldaten des Termitenstaates. Und doch gehören diese verschiedenen Formen ein und derselben Art an.

Jeder kennt das Johanniskäferchen (*Lampyris*), das an warmen Juniabenden im Grase funkelt oder wie ein lebendiger Funke durch die Dämmerung schwirrt. Heben wir eins der Tierchen aus dem Grase auf, so sehen wir, daß es keine Flügel besitzt und einen plumpen larvenförmigen Körper hat, der für den Unkundigen nur eine entfernte Ähnlichkeit mit einem Käfer besitzt. Fangen wir dagegen eins der fliegenden Lichtchen, so ist die Käfergestalt unverkennbar. Wir treffen bei ihm schwarzbraune Flügeldecken und darunter zwei häutige Flügel, so daß wir keinen Augenblick im Zweifel sind, welcher Gruppe das Tierchen angehört. Die ungeflügelte Form ist aber keineswegs die Larve dieses Käfers, sondern das Weibchen, während das Männchen durch Flügel ausgezeichnet ist. Auch sonst bestehen mannigfache Unterschiede in der Körperbeschaffenheit der beiden Geschlechter, und doch sind die beiden so verschiedenen Formen Glieder der gleichen Art. Ganz ähnlich liegt der Fall unter anderem beim Frostspanner (*Cheimatobia brumata*), dem als Baumschädling bekannten Schmetterling. Auch hier ist das Weibchen ungeflügelt und von plumper Körpergestalt, während das Männchen in der Form eines zarten Falters auftritt.

Jedenfalls geht schon aus diesen wenigen Beispielen hervor, daß ein und dieselbe Art unter Umständen in ganz ungleicher Körpergestalt vorkommen kann, daß also die Art form offenbar nichts Starres darstellt.

Besonders einleuchtend geht diese Folgerung aus solchen Fällen hervor, in denen nicht bloß die nebeneinander lebenden Individuen einer Art verschieden gestaltet sind, sondern in denen ganz verschieden gebaute Lebewesen sich innerhalb ein und derselben Art regelmäßig generationenweise abwechseln. Dann sprechen wir vom sogenannten Generationswechsel, der dadurch noch auffallender wird, daß die ver-

schiedenen Generationen auch eine verschiedene Fortpflanzungsweise zeigen.

Der Unterschied der beiden sich abwechselnden Generationen ist manchmal so groß, daß jede für ein besonderes Lebewesen gehalten und mit besonderem Namen belegt wurde, bis man später den Zusammenhang erkannte. Im typischen Generationswechsel folgt auf eine Form mit geschlechtlicher Vermehrung (Geschlechtstier) eine solche mit vegetativer Fortpflanzung (Amme), die wieder die geschlechtliche Form erzeugt. Von dieser Regel kommen mannigfache Abweichungen vor; so kann statt der vegetativen Vermehrung parthenogenetische Fortpflanzung eingeschoben sein; oder der Entwicklungsgang wird dadurch noch verwickelter, daß mehr als zwei Generationen zum vollständigen Lebenskreis gehören; auch kommt es vor, daß eine getrennt geschlechtliche und eine zwitterige Generation miteinander abwechseln oder daß die eine Generation schon in jugendlichem Formzustande fortpflanzungsfähig wird. Der Generationswechsel ist weit verbreitet; er kommt sowohl bei Tieren als auch bei Pflanzen vor.

Einen schönen Fall finden wir bei den sogenannten Cölenteraten, die wir als die niedersten vielzelligen Tiere ansehen. Zu ihnen gehört unser Süßwasserpolyp. Während dieser die Fähigkeit besitzt, sich sowohl durch Knospung als auch auf geschlechtlichem Wege zu vermehren, ist vielen seiner im Meere lebenden Verwandten nur die Vermehrung durch Sprossung und Knospung eigen. Durch die Knospung bilden sich reichverzweigte Stöcke, die am Boden festsitzen (Fig. 11). Aber das Ergebnis der Knospung ist ein ungleiches: es entstehen einmal neue Polypen, dann aber auch Medusen, die sich vom Stocke ablösen und frei umherschwimmen. Der Polyp stellt im allgemeinen einen Schlauch dar, um dessen obere Öffnung, der Mund-After-Öffnung, ein Kranz von Fangarmen ausgebildet ist, während die untere entweder geschlossen ist, wie beim Süßwasserpolyp, oder bei Stockbildung die Verbindung mit den anderen einzelnen Tieren verbindet. Die Meduse oder Qualle hat eine schirmförmige Gestalt; sie ist ein mit der Öffnung nach unten

gekehrter und in seinem Fußteil glockenartig verbreiterter Polyp, der durch Kontraktion dieser Glocke oder dieses Schirmes zu schwimmen vermag.

Läßt sich auch so die allgemeine Grundform dieser beiden Lebewesen zwanglos auf denselben Bauplan zurückführen, so unterscheiden sich Polyp und Meduse doch ganz wesentlich von einander. Um noch einige Punkte hervorzuheben, besitzt der Polyp nur glatte, die Meduse aber quergestreifte Muskelfasern; besondere Sinnesorgane fehlen dem Polypen, während solche bei der Meduse in der Form von Augen, Gleichgewichtsorganen usw. angetroffen werden. Trotz dieser und aller anderen Verschiedenheiten aber gehören in typischen Fällen Polyp und Meduse der gleichen Art an, wenn auch die Unterschiede so groß sind, daß man früher die zusammengehörigen Medusen und Polypen zu verschiedenen Gattungen rechnete. Die Meduse pflanzt sich

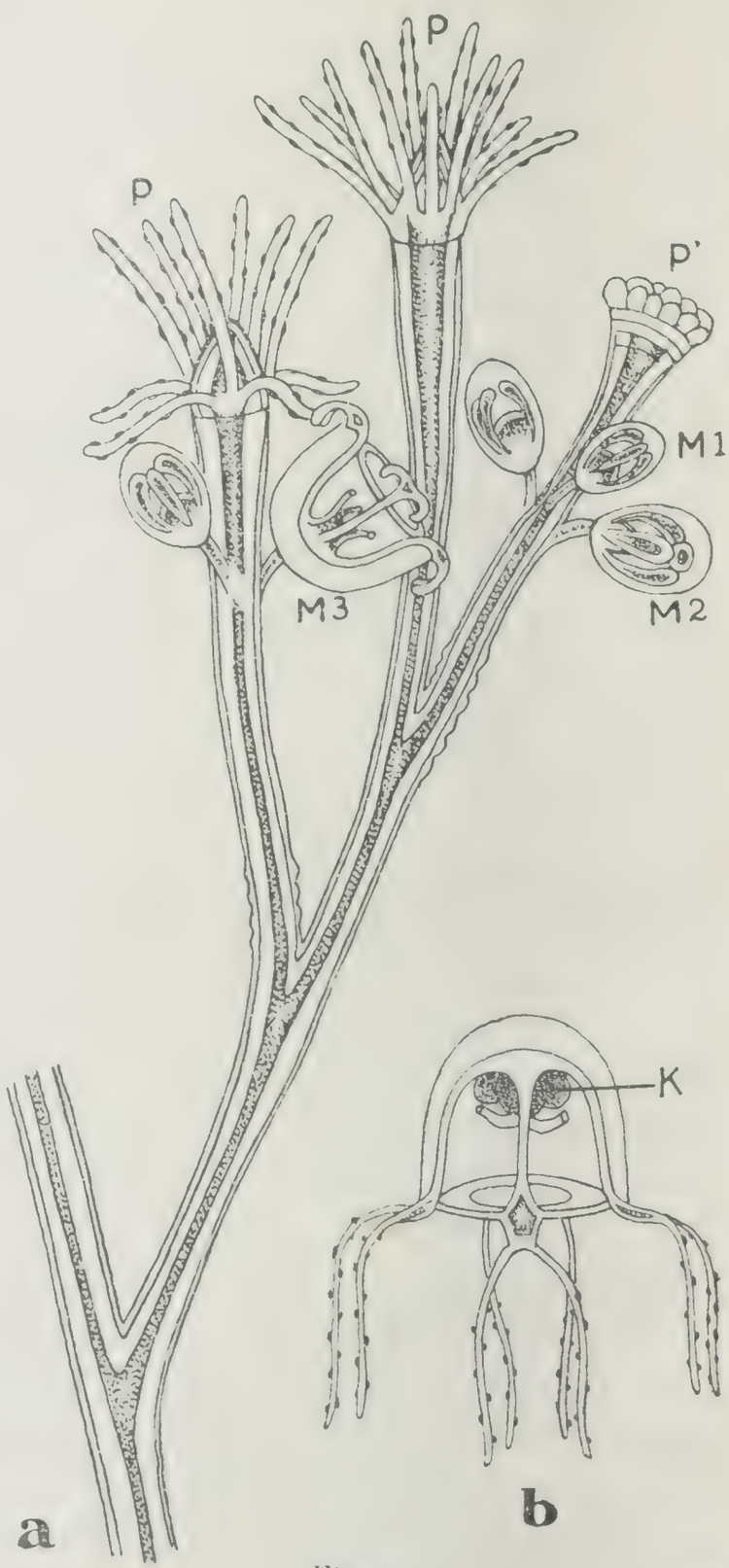


Fig. 11

Bougainvillia ramosa (nach Allmann)
a Teil eines Polypenstockes, b losgelöste reife Meduse; P Polypen; P' in zusammengezogenem Zustande; M_1, M_2, M_3 verschiedene Stufen der Medusenknospung; K Keimdrüsen der Meduse

auf geschlechtlichem Wege fort; aus den Eiern geht wieder eine Polypengeneration hervor, welche als Ammengeneration durch Knospung wieder Medusen erzeugt.

Nicht immer allerdings ist der Generationswechsel so typisch ausgebildet. Es kommt zum Beispiel bei gewissen Arten vor, daß sich die Medusen nicht vom Stocke ablösen und zugleich nur höchst mangelhaft ausgebildet werden. Dann wird der Generationswechsel verwischt. Auch gibt es Polypen, denen die Medusengeneration vollständig fehlt (Süßwasserpolyp), und Medusen, die keine Polypengeneration besitzen. Das ändert aber nichts an der Tatsache, auf die es uns hier ankommt, nämlich, daß das Leben der Art sich unter Umständen in ganz ungleicher Formgestaltung abspielt. Die besondere Formgestaltung, welche uns veranlaßt, das betreffende Lebewesen zu einer ganz bestimmten Art zu rechnen, kann also nicht grundsätzlich etwas Starres und Unwandelbares sein, sondern sie kann offenbar in eine ganz andere Formgestaltung übergehen, wenn im allgemeinen auch jede Art ihre besondere Form festzuhalten scheint. Die grundsätzliche Unveränderbarkeit der Artform wird durch die besprochenen Erscheinungen widerlegt.

Beispiele für Generationswechsel ließen sich auch aus der heimischen Tierwelt noch manche anführen; so finden wir einen solchen bei den Blattläusen, bei manchen Würmern und anderen. All diese Fälle lehren uns dasselbe, nämlich, daß tatsächlich der Bau eines Tieres sich verändern kann. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß nach dem oben Gesagten diese Erscheinung sehr zugunsten der Abstammungstheorie spricht.

Bevor wir uns weiter mit Umwandlungsvorgängen befassen, wollen wir noch andere morphologische Tatsachen kennen lernen, die sich zum Teil eng an dasjenige anschließen, was oben über die Bedeutung des natürlichen Systems ausgeführt wurde. Es sind das die Tatsachen der vergleichenden Anatomie.

2. Vergleichende Anatomie und Abstammung

α) Homologie und gradweise Abstufung der Organe

Die vergleichende Anatomie hat, wie der Name sagt, die Aufgabe, den inneren Bau der verschiedenen Tiere miteinander zu vergleichen. Die vergleichende Betrachtung sucht vor allem dabei festzustellen, welche Organe und Organteile bei verschiedenen Tieren gleichwertig (homolog) sind. Als gleichwertig oder homolog gelten solche Organe, welche die gleiche Gesamtlage im Körper und die gleiche Zusammensetzung aus übereinstimmend angeordneten Bauelementen aufweisen. Ferner wird als Maßstab für die Gleichwertigkeit benutzt die grundsätzlich gleiche Entstehungsweise während der Embryonalentwicklung. Gleichgültig ist für die Homologie, ob zwei nach Lage, Bau und Entstehung gleichwertige Organe die gleiche oder verschiedene Funktion haben. Denn es hat sich gezeigt, daß öfters solche Organe, welche einander morphologisch sicher gleichwertig sind, bei verschiedenen Tieren ganz ungleiche Aufgaben haben. Daraus folgt umgekehrt, daß Organe mit gleicher Funktion einander nicht homolog zu sein brauchen; sie sind vielfach nur analog, um den Fachausdruck zu gebrauchen.

Bei der vergleichend-anatomischen oder vergleichend-morphologischen Betrachtung der Tiere ergeben sich nun mehrere Gesichtspunkte, welche für unser Problem von größter Bedeutung sind.

Erstens sehen wir nämlich, daß innerhalb einer größeren Gruppe des natürlichen Systems die verschiedenen Körperteile und Organe bei verschiedenen Arten aus den gleichen Bauelementen zusammengesetzt sind. Aus der ungeheueren Fülle des Materials möge nur ein einziges Beispiel herausgegriffen werden:

Die Mundteile der Insekten weisen bei den verschiedenen Arten eine außerordentliche Mannigfaltigkeit auf. Wir sprechen von beißenden, stechenden, leckenden und saugenden Mundwerkzeugen. Sehen wir uns die Verhältnisse aber etwas näher an, dann erkennen wir, daß trotz dieser Mannigfaltig-

keit immer dieselben Elemente wiederkehren. Bei einer Küchenschabe z. B. (*Periplaneta orientalis*) treffen wir (Fig. 12) außer der Oberlippe (1) zwei Oberkiefer (2) an, welche wie die Backen einer Zange beim Kauen gegeneinander bewegt werden. Ferner findet sich ein Paar Unterkiefer (3), die aus mehreren Teilen bestehen und an ihrer Außenseite je einen Taster (T) tragen. Auch sie besitzen

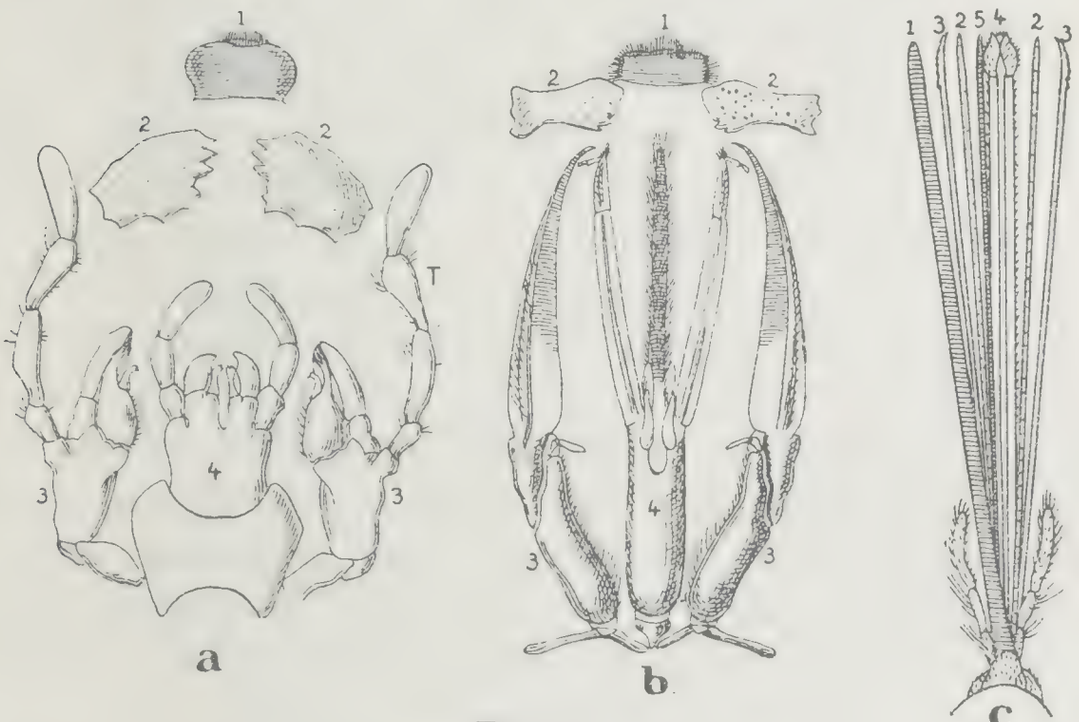


Fig. 12

Mundwerkzeuge verschiedener Insekten
a Küchenschabe (*Periplaneta orientalis*); b Hummel (*Bombus terrestris*); c Stechmücke (*Culex pipiens*). Die einander entsprechenden Teile tragen in den Figuren die gleichen Nummern: 1 Oberlippe; 2 Oberkiefer (Mandibeln); 3 Unterkiefer (Maxillen); 4 Unterlippe; 5 Unterschlundplatte (Hypopharynx); T Taster der Unterkiefer

kräftige Kauladen. Unter diesen befindet sich die sogenannte Unterlippe (4), welche, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, durch die Verschmelzung eines rechten und linken Teiles entsteht. Wenn man von der teilweisen Verschmelzung in der Mittellinie absieht, so erkennt man unschwer, daß rechter und linker Teil für sich genommen den gleichen Bau aufweisen wie die Unterkiefer. Vergleichen wir damit nun einmal die Mundteile einer Hummel. Oberlippe (1) und Oberkiefer (2) sind leicht an ihrer Ähnlichkeit mit denen der Schabe wiederzuerkennen. Aber auch die Unterkiefer

sind vorhanden (3), wenn die Taster auch nur sehr schwach entwickelt sind und eine Kaulade an ihnen fehlt. Durch Vergleich der Figurenbezeichnungen sind die einander gleichwertigen Teile leicht zu ermitteln. Eine von den Verhältnissen bei der Schabe stark abweichende Ausgestaltung zeigen die verschiedenen Teile der Unterlippe (4); sie sind es vor allem, welche den sogenannten Rüssel bilden, der die Hummel zum Honigsaugen befähigt. Die Basalglieder des rechten und linken Teiles sind hier ebenfalls verschmolzen; die Taster fehlen; die vordersten Anhänge aber, die bei der Schabe nur klein sind, sind hier lang ausgezogen und bilden so die Zunge, welche von zwei blattförmigen Teilen eingeschlossen wird. Diese beiden Teile bilden zusammen mit den blattförmigen Anhängen der Unterkiefer eine Art Röhre, in welcher sich die Zunge wie ein Pumpenstempel bewegen kann.

Die Stechmücke besitzt keine kauenden Mundwerkzeuge, also keine Kiefer. Statt dessen finden wir bei ihr ein feines Saugrohr, das aus einer feinen Rinne besteht, welche von oben durch eine lange schmale Platte verschlossen wird. In diesem Saugrohr bewegen sich fünf feine Stechborsten, welche so dicht zusammengelegt sind, daß sie wie ein einheitlicher Stachel wirken. Wenn man aber näher zusieht, dann erkennt man, daß die einzelnen Teile des Saugapparates nach Lage und Anordnung genau den oben besprochenen Mundteilen der anderen Insekten entsprechen. Mit anderen Worten: wir haben hier die gleichen Teile vor uns wie dort, nur in anderer spezieller Ausgestaltung. Das Saugrohr wird von der stark verlängerten Ober- (1) und Unterlippe (4) gebildet; rechter und linker Teil der letzteren sind in ihrer ganzen Ausdehnung miteinander verschmolzen, doch ist ihr paariger Aufbau an der feinen Mittelrinne deutlich zu erkennen. Die Teile, welche wir bei der Küchenschabe als Ober- (2) und Unterkiefer (3) kennengelernt haben, sind hier zu feinen Borsten ausgezogen, so daß zwei Stechborsten den Oberkiefern (2), zwei den Unterkiefern (3) homolog sind. Außerdem bildet die lang ausgezogene Unterschlundplatte (Hypopharynx, 5) eine fünfte Stechborste.

Auch bei anderen Insekten würden wir die gleiche Erscheinung feststellen können, nämlich, daß die Mundteile überall aus den gleichen Grundelementen bestehen, welche nur in jedem Falle im Einklange mit der Lebensweise der betreffenden Art eine spezielle Form haben, so daß sie für ganz verschiedene Funktionen geeignet sind.

Was hier für die Mundteile der Insekten etwas näher ausgeführt wurde, gilt auch für die übrigen Körperteile, und zwar nicht bloß für die Insekten, sondern sinngemäß auch für alle anderen Tiergruppen. Immer wieder erkennen wir bei der vergleichend-anatomischen Untersuchung, daß innerhalb zusammengehöriger Gruppen die einzelnen Körperteile und Organe, mögen sie noch so verwickelt sein, aus den gleichen Formelementen zusammengesetzt sind. Die Mannigfaltigkeit, welche wir an den gleichen Organen der verschiedenen Tiere beobachten, wird dadurch hervorgerufen, daß jene gleichen Grundelemente entsprechend verschiedenen Sonderaufgaben spezialisiert sind. So besteht z. B. der Schädel des Menschen und der Säugetiere im wesentlichen aus den gleichen Knochen, wie sie bei den Vögeln, Reptilien, Amphibien und Knochenfischen vorkommen. Allerdings kann in einzelnen Gruppen etwa ein Knochen vorhanden sein, der in anderen fehlt oder es können auch, etwa bei den Säugetieren, mehrere Knochen zu einem einzigen Gebilde verschmolzen sein, die bei den Knochenfischen selbständig und getrennt für sich bestehen. Durch einfachen Vergleich der ausgewachsenen Schädel ist das allerdings nicht ohne weiteres zu erkennen; hier kommt uns die Entwicklungsgeschichte zu Hilfe. Auch die Gliedmaßen der Wirbeltiere geben ein gutes Beispiel für die hier in Rede stehende Erscheinung: immer wieder treffen wir dieselben Knochen, nur in verschiedenen Ausbildungsgraden. Wir wollen aber von einem näheren Eingehen auf weitere Beispiele, die sich ins Ungemessene vermehren ließen, absehen und nur kurz die Bedeutung des besprochenen Verhaltens für die Abstammungstheorie hervorheben.

Die Gemeinsamkeit der Bauelemente selbst innerhalb einer größeren Systemgruppe drängt uns geradezu den

Gedanken auf, daß die Angehörigen einer solchen Gruppe einen gemeinsamen Vorfahren besaßen, von dem sie die gemeinschaftlichen Grundlagen ihrer Organe erbten. Die Verschiedenheit der Organe der einzelnen Arten ist dann dadurch zustande gekommen, daß jene Grundelemente im Laufe einer langen Entwicklung je nach den besonderen Aufgaben bei den verschiedenen Arten ungleich spezialisiert wurden.

Die vergleichende Morphologie bietet aber noch in anderer Hinsicht eine wichtige Stütze für die Abstammungstheorie. Wir lernten oben bei Besprechung des natürlichen Systems die Erscheinung kennen, daß die Fülle der verschiedenen Arten eine gradweis abgestufte Mannigfaltigkeit bildet. Die gleiche Erscheinung lehrt uns für die einzelnen Organe die vergleichende Anatomie. Die Mundwerkzeuge der Insekten sind bereits ein gutes Beispiel dafür, dem wir noch einen anderen Fall anschließen wollen.

Die Schwimmblase vieler Fische ist eine sackförmige Ausstülpung des Schlunddarmes. Die Luft, welche sie enthält, stammt nicht von außen, sondern wird aus dem Blut, das in einem reichen Netz von Adern die Wandung der Blase umströmt, ausgeschieden. Die Aufgabe der Blase muß darin erblickt werden, daß sie durch verschiedenen Füllungs- und Spannungszustand beim Auf- und Absteigen des Fisches im Wasser eine Rolle spielt.

Nun gibt es in den Tropen merkwürdige fischartige Tiere, die sogenannten Doppelatmer (*Dipnoi*), welche in Teichen und Flüssen leben, die in der heißen Jahreszeit austrocknen. Solange Wasser vorhanden ist, atmen die Tiere mit Kiemen wie Fische; wenn aber das Wasser schwindet, gehen sie zur Luftatmung über, und als Atmungsorgan dient ihnen dann ein Gebilde, das nach Lagebeziehung und Entstehung der Schwimmblase der Fische homolog ist. Der Bau dieses Organes unterscheidet sich aber in einigen Punkten von der Schwimmblase. Letztere ist ein einfacher unpaarer Sack mit glatter Innenoberfläche. Die ihr homologe Lunge der Doppelatmer ist in einen langen rechten und linken Zipfel ausgezogen, also paarig; ihre Innenwand ist nicht

glatt, sondern mit kleinen rundlichen Vertiefungen besetzt, welche frei mit dem gemeinsamen Hohlraum der Lunge in Verbindung stehen.

Bei den Amphibien treffen wir ein Organ, das wir nach der ganzen Sachlage der Lunge der Doppelatmer und darum auch der Schwimmblase der Fische gleichwertig setzen müssen, nämlich die Lungen. Diese sind nichts anderes als Ausstülpungen des Schlunddarmes, welche in gleicher Lagebeziehung und Entwicklungsweise entstehen wie die Schwimmblase.

Sie sind aber nunmehr reine Atmungsorgane, und die paarige Ausbildung, welche bei den Doppelatmern schon angedeutet war, ist hier vollständig durchgeführt. Bei den geschwänzten Amphibien sind die Lungen ziemlich einfache Säcke mit gekammerter Innenfläche. Bei den Fröschen und Kröten sind die Organe schon etwas komplizierter gebaut, indem der gemeinsame Hohlraum der Lunge mehr zurücktritt gegenüber den aus den wandständigen Kammern hervorgehenden Nebenräumen. Die reiche Entwicklung dieser Nebenräume zu kleinen Bläschen und röhrenförmigen Bildungen gibt der ganzen Lunge eine schwammartige Beschaffenheit. In gesteigertem Maße finden wir einen derartigen Lungenbau bei den Reptilien. An Stelle des Haupthohlraumes des Lungensackes treffen wir hier einen langen Kanal, der von der Luftröhre kommt und sich in Nebenkanäle verzweigt; diese führen schließlich in mehr oder minder bläschenförmige Hohlräume, welche in die dicke Lungenwandung eingebettet sind. Durch die reiche Entwicklung dieser Endbläschen wird eine starke Vergrößerung der inneren Oberfläche erzielt, welche der gesteigerten Inanspruchnahme der Lunge zum Gasaustausch entspricht. Eine weitere Steigerung des Lungenbaues treffen wir dann bei Vögeln und Säugetieren. Bei letzteren gabelt sich die Luftröhre in zwei Äste, welche in die Lunge eintreten und sich dort sehr reich verzweigen. Die feinsten Verzweigungen endigen mit einem Bläschen, das dicht von feinen Blutgefäßen umsponnen ist. Der Lebhaftigkeit des Stoffwechsels der Warmblüter entsprechend, ist bei diesen die Lunge ein recht

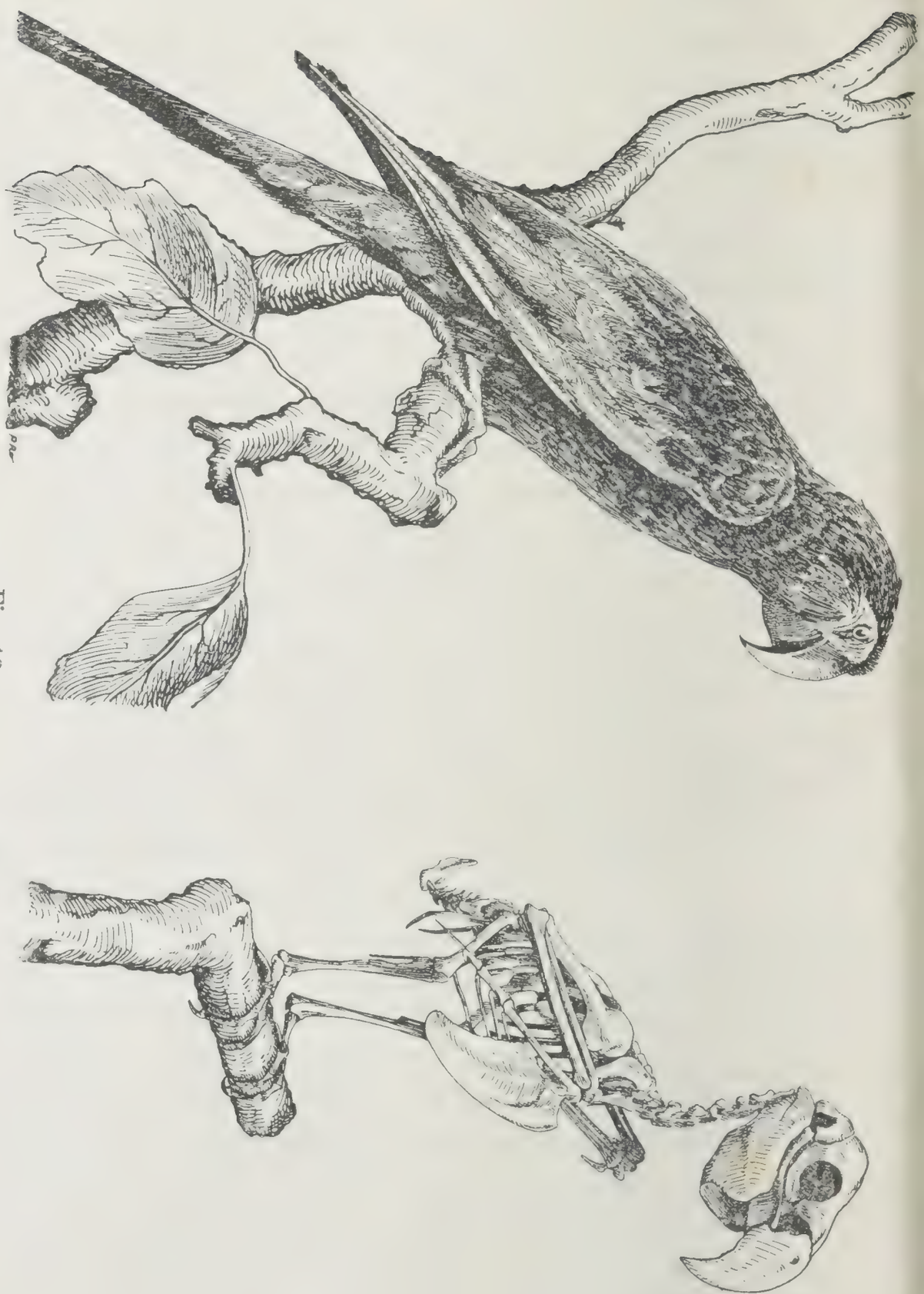


Fig. 13

Ein Papagei mit stark ausgebildetem Brustbeinkamm (*Sittace macao*, roter A...

umfangreiches Organ, das auf den ersten Blick gar keinen Zusammenhang mit der Schwimmblase der Fische erkennen läßt.

Die mitgeteilten Tatsachen liefern uns zwei Ergebnisse. Zunächst einmal erkennen wir eine gradweis abgestufte Mannigfaltigkeit der inneren Organe. Denn was hier für die Lunge ausgeführt wurde, gilt in entsprechender Weise auch für die anderen Teile des Körpers. Eine solche abgestufte Mannigfaltigkeit aber führt uns, wie wir das schon bei der Systematik gesehen haben, zu einer Erklärung derselben durch die Abstammungstheorie. Die verschiedenen Formstufen eines Organs erscheinen uns als das Ergebnis einer ungleich weit vorgeschrittenen Stammesentwicklung und finden durch die Annahme einer solchen Entwicklung ihre widerspruchslose Erklärung.

Wenn das aber zutrifft, dann erkennen wir zweitens an dem besprochenen Beispiel, daß ein Organ im Laufe der Stammesentwicklung seine Tätigkeit ändern kann. Denn die Schwimmblase funktioniert als ein Schwimmorgan, die ihr gleichwertige Lunge aber als ein Atmungsorgan. Man spricht in einem solchen Falle von Funktionswechsel. Es läßt sich leicht nachweisen, daß ein solcher Funktionswechsel in der Stammesentwicklung eine häufige Erscheinung ist.

β) Rudimentäre Organe

Die vergleichende Anatomie liefert nun noch weitere interessante Belege für die Descendenztheorie.

Das Brustbein der gut fliegenden Vögel ist durch einen mächtigen Knochenkamm ausgezeichnet, an welchem die starken Brustmuskeln ihren Ansatz finden (Fig. 13). Die Knochen des Flügels sind kräftig und lang. Am Ende der Schwanzwirbelsäule steht ein dicker Knochen, der den kräftigen Steuerfedern zur Stütze dient.

Nun gibt es aber auch Vögel, welche nur selten oder gar nicht fliegen und zur Fortbewegung ausschließlich die Beine benutzen. Ein extremes Beispiel für diese Gruppe bietet uns der neuseeländische Kiwi (*Apteryx australis*),

Fig. 14

Ein Laufvogel mit flachem Brustbein (*Apteryx australis*, neuseeländischer Kiwi)

dessen Skelett in Fig. 14 dargestellt ist. Der Körper des Kiwi ist mit borstenartigen Federn bedeckt, die zum Fliegen völlig ungeeignet sind. Das dichte Federkleid verhüllt vollständig die nur stummelförmigen Flügel, welche keine Schwungfedern besitzen und deren Knochen so zart und winzig sind, daß wir auf den ersten Blick ihre Untauglichkeit zur Flugfunktion erkennen. Der ganze Flügel erweckt den Eindruck, daß hier ein verkümmertes Organ ohne Funktion vorliegt. Die Funktionslosigkeit des Kiwi-Flügels, wenn man ihn noch so nennen darf, geht ja auch aus der Beobachtung des lebenden Tieres hervor.

Ein Organ nun, das gewissermaßen nur in Andeutungen entwickelt ist und sichtlich keine Funktion ausübt, bezeichnen wir als ein rudimentäres Organ.

Das Brustbein des Kiwis hat eine ganz andere Gestalt als das des Papageies. Es ist ein ganz flacher Knochen, der gar keine Spur eines Kammes erkennen läßt. Das steht im Einklange damit, daß ja die Brustmuskeln nicht zum Fliegen benutzt werden und wegen ihrer schwachen Ausbildung keiner durch den Kamm vergrößerten Ansatzfläche bedürfen. Auch an der Schwanzwirbelsäule kann man das Fehlen der Flugfunktion feststellen, denn ihr Endknochen dient nicht zur Stütze von Steuerfedern und ist im Zusammenhange damit auch nicht so massig wie beim Papagei entwickelt, sondern hat eine schlankere, fast zierliche Form.

Wir nannten oben den Flügel des Kiwis ein rudimentäres Organ.

Was besagt nun das Auftreten eines solchen? Wären alle Arten so, wie sie jetzt sind, ins Leben getreten, dann müßte auch der rudimentäre Kiwiflügel, der gar keine Tätigkeit ausübt, von vornherein als solcher vorhanden gewesen sein. Eine solche Erklärung wird aber wohl niemanden recht befriedigen. Denn es fehlt darin an einem Grunde dafür, daß ein Tier ein Organ mitbekommen hat, das überhaupt keine Tätigkeit ausüben kann. Wir müssen also nach einer anderen Erklärung suchen. Eine solche wäre schon aus den mitgeteilten Tatsachen ableitbar, aber sie wird noch einleuchtender, wenn wir noch einen anderen Fall zu Hilfe nehmen.

Der neuseeländische Eulenpapagei (*Stringops habroptilus*) schickt sich nur gezwungenermaßen zum Fliegen an. Er lebt fast ausschließlich am Boden und brütet in Erdlöchern. Am Skelett dieses Vogels (Fig. 15) fällt uns auf, daß er ein ebenso flaches Brustbein besitzt wie der Kiwi, mit dem

Fig. 15
Der neuseeländische Eulenpapagei (*Stringops habroptilus*)

Unterschiede, daß eine schwache Andeutung eines Kammes eben wahrnehmbar ist. Das Flügelskelett ist allerdings kräftig entwickelt und auch der Endknochen der Schwanzwirbelsäule zeigt ungefähr die gleiche Gestalt wie bei den übrigen Papageien. Das steht im Einklang damit, daß der Eulenpapagei die Flugfähigkeit ja besitzt, wenn er von dieser Fähigkeit auch nur selten Gebrauch macht. Die Seltenheit des Fliegens prägt sich aus bei ihm in der Gestalt des Brust-

beins. Wenn wir nun einmal das Brustbein des Aras, des Eulenpapageis und des Kiwis nebeneinander stellen, dann haben wir wieder die gradweis abgestufte Ausbildung eines Organs vor uns und wir werden keinen Augenblick zögern, diese abgestufte Mannigfaltigkeit ebenso wie oben als Folge der Stammesentwicklung aufzufassen. Wir sehen ferner, daß der Ausbildungsgrad eines Organes Hand in Hand geht mit seiner größeren oder geringeren Inanspruchnahme. Deshalb werden wir mit gutem Recht annehmen, daß die Vorfahren des Eulenpapageis einen Brustbeinkamm besaßen, daß sie ihn aber nach und nach verloren haben im Zusammenhange damit, daß die Flugtätigkeit zurückgebildet wurde. Und nun verstehen wir auch die Herkunft des rudimentären Kiwiflügels. Er ist nicht von vornherein als rudimentäres Organ aufgetreten, sondern im Laufe der Stammesentwicklung zurückgebildet worden, ohne bis jetzt vollständig zu verschwinden. Und diese Zurückbildung steht in irgendwelchem Zusammenhange damit, daß der Kiwi ein reiner Laufvogel geworden ist. In gleicher Weise wird die Flachheit seines Brustbeins und die Beschaffenheit seiner Schwanzwirbelsäule verständlich. Die Kiwis haben aber beim Übergang zur Lebensweise der Laufvögel nicht nur Verkümmerungen verschiedener Organe erfahren, sondern auch positive Erwerbungen gemacht; das beweist uns die überaus kräftige Ausbildung der Beine. Deutlicher noch tritt das hervor bei den echten Straußen, welche auch fast rudimentäre Flügel und ein flaches Brustbein besitzen.

Was hier am Beispiel des Kiwiflügels besprochen wurde, können wir in einen allgemeinen Satz zusammenfassen: das Auftreten eines rudimentären Organs beweist, daß das betreffende Tier ehemals anders beschaffen war. Das verkümmerte Organ, das wir bei sonst gleich beschaffenen Arten in voller Ausbildung antreffen, ist im Laufe der Stammesentwicklung zurückgebildet worden. Nur die Zähigkeit der Vererbung hat seinen vollständigen Schwund verhütet und so gibt es uns wichtigen Aufschluß über die allmähliche Entwicklung der Arten.

Rudimentäre Organe gibt es bei den Tieren in großer

Anzahl, wenn auch manche Beispiele der älteren Literatur mit gewisser Vorsicht zu betrachten sind. Denn daß wir die Funktion eines Organs nicht kennen, beweist nicht seine rudimentäre Beschaffenheit. Aber sichere Fälle gibt es genug; nur noch zwei Beispiele mögen angeführt werden.

Die Schlangen besitzen bekanntlich keine Gliedmaßen. Aber bei den Riesenschlangen findet man in der Nähe der Afteröffnung winzige Knochen, welche unter der Haut versteckt liegen, aber noch die Andeutungen von Krallen zeigen. Nach ihrer ganzen Lagebeziehung und Entwicklung müssen wir sie den Hinterbeinen der übrigen Tiere homolog setzen. Mit anderen Worten heißt das, daß die Vorfahren der Schlangen Gliedmaßen besessen haben müssen. Denn nur darin finden wir einen zureichenden Grund für das Auftreten jener rudimentären Gebilde.

Die Wale sind bekanntlich trotz ihrer fischähnlichen Gestalt Säugetiere, welche im Meere leben. Sie besitzen Vorderbeine, welche die Gestalt von breiten Flossen haben. Hinterbeine fehlen vollständig, aber am Ende des eigentlichen Rumpfes, an den sich in allmählichem Übergang der lange Schwanzabschnitt anschließt, trifft man tief in den Muskelmassen versteckt zwei kleine Knochen. Nach ihrer Anordnung und Entwicklung müssen sie als ein rudimentäres Becken aufgefaßt werden, denn nur dadurch wird ihre Anwesenheit auf widerspruchslose Art erklärt. Neben anderen Befunden am Walkörper beweisen sie uns, daß die Vorfahren der Wale einst auch Hinterbeine besessen haben, denn das Becken hat vor allem die Aufgabe, die Hintergliedmaßen mit der Wirbelsäule zu verbinden.

3. Embryonalentwicklung und Abstammung

α) Reste der Stammesentwicklung in der Individualentwicklung

Im vorhergehenden Abschnitte war von rudimentären Organen und ihrer Bedeutung die Rede. Solche Rudimente finden wir nun nicht bloß beim erwachsenen Tiere, sondern auch während seiner Embryonalentwicklung. Ein bestimmtes Beispiel wird das am besten erläutern.

Die Bartenwale, zu denen der riesige Grönlandwal gehört, besitzen bekanntlich keine Zähne. Die Tiere haben ja ihren Namen daher, daß von ihrem Gaumen zahlreiche Hornplatten herunterhängen, welche an ihrem unteren Ende ausgefranst sind, die sogenannten Barten. Diese liefern das bekannte Fischbein. Die Barten in ihrer Gesamtheit wirken wie eine mächtige Reuse, mit welcher der Wal seine Nahrung aus dem Wasser heraussiebt. Die Delphine dagegen, welche auch zu den Walen gehören, besitzen zahlreiche Zähne

Fig. 16

Kopf eines Embryos (Länge 123 cm) von einem Bartenwal (*Balaenoptera musculus*). Die Zahnanlagen des Oberkiefers sind freigelegt, um sie sichtbar zu machen; daneben einige herauspräparierte Zahnanlagen von einem etwas älteren Embryo (nach Kükenthal). Der Kopf des Embryos ist in etwa $^1/_3$ der natürl. Größe dargestellt

und keine Barten. Nun ist es sehr auffallend, daß bei den Embryonen der Bartenwale sich Zähne vorfinden, die allerdings nicht zu voller Entwicklung gelangen, sondern alsbald wieder zurückgebildet werden (Fig. 16). Diese Zahnanlagen sind nichts anderes als rudimentäre Organe. Ihr Auftreten wird nur dadurch verständlich, daß die Vorfahren der Bartenwale ehemals wohlausgebildete Zähne besessen haben. So sind auch die rudimentären Organe der Embryonen wichtige Belege der Abstammungstheorie.

Es gibt solcher Organe bei den verschiedensten Tieren eine große Anzahl. Grundsätzlich Neues bieten aber die anderen Fälle nicht, so daß wir von der Aufzählung weiterer

Beispiele absehen können. Dagegen ist die Embryonalentwicklung noch in anderer Hinsicht von ganz besonderer Bedeutung für die Descendenztheorie.

Die Tatsache an sich, daß jedes Tier vom Ei bis zum fertigen Zustande eine ganze Anzahl von Formstufen durchläuft, besagt zunächst nichts weiter für die Phylogenese. Denn solche Formstufen sind ja notwendig, um den einzelligen Zustand des Eies in den vielzelligen und gegliederten des ausgewachsenen Tieres überzuführen.

Nun geht aber in vielen Fällen diese Umwandlung nicht etwa so vor sich, daß die Entwicklung vom Ei aus in gerader, direkter Linie auf das Endziel lossteuert, sondern so, daß Umwege in der Entwicklung gemacht werden. Und gerade das Vorkommen solcher Umwege ist es, welches der Embryonalentwicklung einen besonderen selbständigen Wert für die Ableitung der Descendenztheorie verleiht. Und dieser Wert wird noch dadurch gesteigert, daß die mit jenen Umwegen verbundenen Umänderungen sich tatsächlich an ein und demselben Individuum abspielen.

Die Wirbeltiere besitzen ein die Länge ihres Körpers durchziehendes Achsenskelett, die Wirbelsäule. Diese besteht aus einer Anzahl von Knochen, den Wirbeln, welche im allgemeinen durch Gelenke miteinander verbunden sind, so daß der Wirbelsäule trotz ihrer Festigkeit eine große Biegsamkeit zukommt. Wenn man nun aber die Embryonalentwicklung etwa eines Säugers verfolgt, so beobachtet man, daß schon recht frühzeitig eine Art Achsenskelett angelegt wird. Aber dasselbe besteht weder aus Knochen, noch ist es in einzelne Teile gegliedert. Vielmehr ist es ein ganz einheitlicher, runder Strang, der keine Hartsubstanzen enthält. Dieser Strang liegt zwischen Darm und Rückenmark an derselben Stelle, welche später von der Wirbelsäule eingenommen wird. Man bezeichnet ihn als die Rückensaite (*Chorda dorsalis*).

Diese ist zwar zeitlich die Vorläuferin der Wirbelsäule, aber letztere geht keineswegs aus ihr hervor, sondern ist durchaus eine Neubildung. Im weiteren Verlauf der Embryonalentwicklung nämlich bildet sich rings um die Chorda

eine Scheide von Knorpelgewebe. Diese Scheide ist aber kein einheitliches Rohr, sondern besteht aus zunächst ringförmigen Abschnitten, welche die Chorda umfassen. An ihnen entwickeln sich bogenförmige Gebilde, welche sich um das Rückenmark herumwölben. Die Knorpelringe, welche die Chorda umscheiden, verändern sehr bald ihre Beschaffenheit. Ihre Wandung wird nach innen zu dicker und dicker, und dadurch wird die von ihnen umschlossene Chorda, welche der Auflösung anheimfällt, vollständig verdrängt. Nunmehr besteht das Achsenskelett des Wirbeltierembryos aus knorpeligen Wirbeln, welche zwar die Lage der endgültigen Wirbel einnehmen, aber mit ihnen gleichwohl weder der Form, noch der sonstigen Beschaffenheit nach gleichbedeutend sind. Denn nach einiger Zeit beginnt die Auflösung des Knorpelgewebes, und an die Stelle des beseitigten Knorpels setzt sich echtes Knochengewebe, das schließlich den ganzen Raum des Wirbels einnimmt. Zugleich entwickelt sich auch die endgültige Form des Wirbelkörpers, seines oberen Bogens, der das Rückenmark umgreift, seiner Fortsätze, Gelenke usw. Um den Vorgang richtig zu würdigen, muß man sich vor Augen halten, daß Knorpel und Knochen sich nicht dadurch unterscheiden, daß der letztere härter als der erstere ist, sondern daß es ganz verschiedene Gewebe aus ganz ungleichen Zellen sind.

Es ist an sich durchaus nicht notwendig, daß zuerst Knorpel entstehen muß, wenn Knochen gebildet werden soll. Denn wir kennen eine genügende Anzahl von Fällen, in denen sich Knochen ohne vorherige Knorpelbildung entwickelt. Es ist ebenfalls nicht notwendig, daß der Knorpelbildung ein Gewebszustand vorausgeht, wie ihn die Chorda dorsalis besitzt. Außerdem geht der Knorpel ja auch gar nicht aus der letzteren hervor, sondern ist eine Neubildung ebenso, wie der knöcherne Wirbel sich wohl an Stelle des knorpeligen, aber nicht aus diesem entwickelt.

Wenn wir das alles berücksichtigen, dann erkennen wir, daß die Entwicklung des knöchernen Achsenskeletts der Tiere einen gewaltigen Umweg macht; sie ist nicht eine direkte, sondern eine indirekte. Zwei Zustände des Achsen-

skeletts werden gebildet und wieder beseitigt, bevor der dritte endgültige Zustand sich anlegt.

Auch viele der anderen Skeletteile treten erst in knorpeliger Form auf, um nachträglich dem knöchernen Zustande Platz zu machen.

Bei den Säugetieren trifft man ebenso wie beim Menschen drei Gehörknöchelchen an, welche das Trommelfell mit dem inneren Ohr verbinden, Steigbügel, Amboß und Hammer. Diese drei kleinen Knochen sind durch Gelenke miteinander verbunden.

Es ist nun außerordentlich interessant, die Entwicklung derselben zu verfolgen. Ohne Kenntnis der Tatsachen wird man geneigt sein, anzunehmen, daß sie sich an Ort und Stelle als Gehörknöchelchen anlegen und ausbilden. Dem ist aber nicht so.

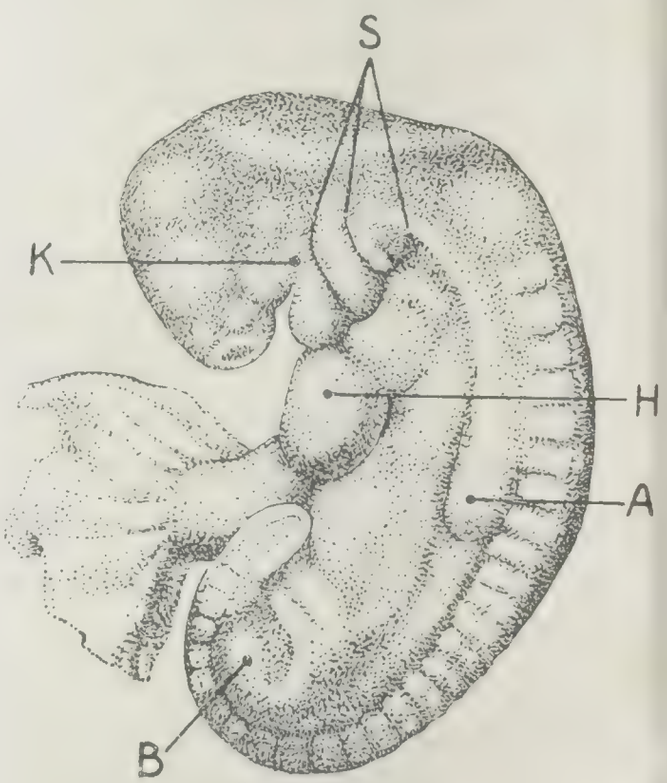


Fig. 17
Menschlicher Embryo mit Schlundspalten (nach His). Vergr. 10 : 1
S Schlundspalten; K Kieferbogen, der in einen oberen und unteren Teil geknickt ist; H Herz; A Anlage des linken Armes, B des linken Beines; die hinteren Schlundbogen sind bereits etwas in die Tiefe der sogenannten Halsbucht verlagert und dadurch verkleinert

Auf einem gewissen Stadium treffen wir bei den Embryonen sämtlicher Wirbeltiere, also auch denen der Säugetiere und des Menschen in der Halsregion eine Anzahl spaltförmiger Einsenkungen an, die sogenannten Schlundspalten (Fig. 17). Bei den Fischen und Amphibien entstehen aus ihnen die Kiemenspalten, bei den übrigen Wirbeltieren und beim Menschen haben sie ein anderes Schicksal. Den an der Außenseite des Embryos sichtbaren Einsenkungen entsprechen innen ebenso viele taschenförmige Erweiterungen des Schlundraumes, die sich an den gleichen Stellen nach außen vordrängen, an denen sich die genannten Spalten einsenken.

Daher kommt es vielfach zur Bildung wirklicher Spalten, indem der letzte Rest des Gewebes zwischen den äußeren Einsenkungen und den inneren Schlundtaschen schwindet. Dann spricht man mit vollem Recht von Schlundspalten, welche von außen nach innen in den Schlunddarm hineinführen. Man pflegt diese Bezeichnung aber häufig auch dann anzuwenden, wenn in der Tiefe der äußeren Einsenkungen eine dünne Haut bestehen bleibt, so daß der Durchgang durch die Schlundspalten verschlossen ist. Dieses letztere Verhalten treffen wir bei den Säugetieren und dem Menschen an.

Zwischen den einzelnen Spalten ist die Schlundwandung wulstig verdickt und diese Verdickungen, welche von der Nackengegend her seitlich um die Halsgegend herum den Schlunddarm umgreifen und unter dem Schlunddarm in einer einheitlichen Masse zusammenhängen, bezeichnet man als die Schlundbögen. Vor der ersten Schlundspalte liegt naturgemäß auch ein solcher Bogen, der die embryonale Mundbucht umgrenzt. Jederseits zeigt der erste Bogen eine leichte Einknickung, so daß wir einen oberen und einen unteren Teil unterscheiden können (Fig. 17). Da er an der Stelle liegt, wo sich später Ober- und Unterkiefer entwickeln, benennt man den ersten Bogen auch als Kieferbogen. Wegen seines späteren Schicksals wird der zweite Bogen, zwischen der ersten und zweiten Schlundspalte gelegen, als Zungenbeinbogen bezeichnet. Die übrigen Schlundbögen haben keine besonderen Namen und werden durch laufende Nummern unterschieden. Halten wir uns im folgenden an die Verhältnisse beim Menschen.

Die Schlundspalten werden ziemlich bald zurückgebildet, indem Verwachsungen unter den Schlundbögen eintreten. Infolgedessen ist bei der Geburt nichts mehr von ihnen zu sehen; nur in seltenen abnormen Fällen können Reste von ihnen erhalten bleiben. Ausgenommen von dem Schicksal der übrigen Spalten ist der obere Teil der ersten Spalte. Der nach innen von der Verschlußmembran gelegene Teil dieser Spalte, die erste Schlundtasche, liefert die sogenannte Ohrtrompete oder Eustachische Röhre, der nach außen von

der Verschlußplatte gelegene Teil wird später durch andere Bildungen zum äußeren Gehörgang ergänzt.

Die Schlundbögen bestehen zunächst, bevor die zuletzt angedeuteten Entwicklungsvorgänge eingetreten sind, aus sogenanntem Bindegewebe. Bald aber entwickeln sich in ihnen Knorpel, die nun spangenartig zwischen den Spalten den Schlund umgreifen. Allerdings sind diese knorpeligen Schlundbögen nicht alle gleich gut ausgebildet; besonders kräftig und vollständig sind sie im Kiefer- und Zungenbeinbogen. In diesen reichen sie von der Unterseite des Halses seitwärts bis zu der späteren Kopfregion empor. In den übrigen Bögen sind die Knorpelbildungen viel kürzer und verlieren in den hinteren Bogen fast ganz ihren spangenförmigen Charakter. Knorpel findet sich dort nur noch in dem Verbindungsteil der rechten und linken Bogenhälfte an der Vorderseite des Halses (in der ventralen Mittelregion).

Die knorpeligen Schlundbögen stellen nur eine vergängliche Bildung dar. Der sogenannte Kieferbogen besteht jederseits aus zwei Teilen, einem kleinen oberen Stück, das nach der Oberkiefergegend zu gelegen ist, und einem längeren spangenförmigen Teil, der durch den ganzen Unterkieferteil des Bogens hinzieht. Der erstere ist der sogenannte Quadratknorpel, der letztere der Meckelsche Knorpel. Rechte und linke Hälfte desselben sind zu einer einheitlichen Spange verschmolzen; diese Spange gibt die Lage des späteren Unterkiefers an. Der Quadratknorpel bleibt dauernd klein. Er wird im Laufe der weiteren Entwicklung nach hinten in die Gegend des Gehörorgans verlagert und wird zu einem der Gehörknöchelchen, nämlich dem Amboß. Mit dem Amboß ist das freie Ende des Meckelschen Knorpels durch ein Gelenk verbunden (Fig. 18). Dieses Gelenkende des Meckelschen Knorpels zeigt eine hakenförmige Gestalt. Es wird alsbald zu einem selbständigen Stück abgeschnürt, und dieses abgeschnürte Stück ist nichts anderes als wieder ein Gehörknöchelchen, nämlich der Hammer. Später wird das Knorpelgewebe dieser Bildungen durch Knochen ersetzt, ein Vorgang, wie er uns früher schon begegnet ist. Der Hauptteil des Meckelschen Knorpels

ist nicht etwa der Unterkiefer, sondern wird vollständig zurückgebildet. In seiner Umgebung entsteht Knochengewebe und aus diesem bildet sich der endgültige Unterkiefer.

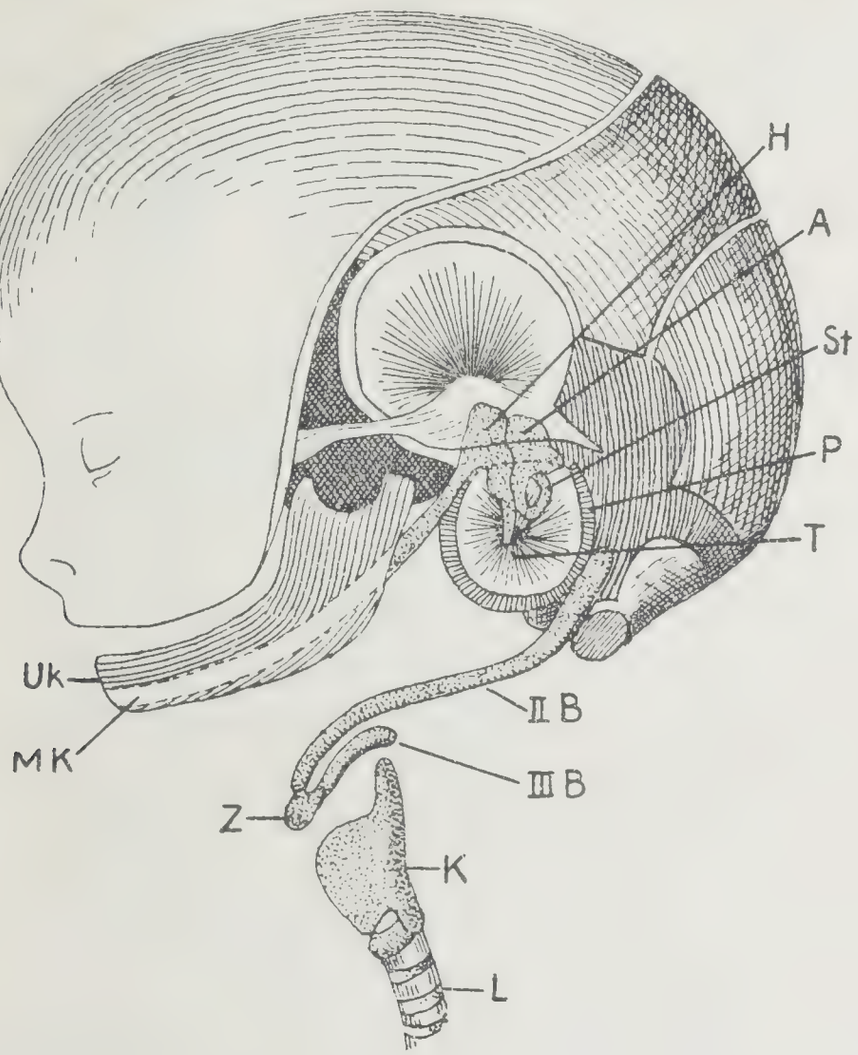


Fig. 18

Kopf eines viermonatlichen menschlichen Embryos mit freigelegten knorpeligen Anlagen der Gehörknöchelchen, des Zungenbeines und Kehlkopfes. Diese Teile sind im Verhältnis viel größer dargestellt als die übrigen Teile des Kopfskelettes (nach Wiedersheim). MK Meckelscher Knorpel (= I. Schlundbogen); Uk Unterkiefer; H Gelenkende des Meckelschen Knorpels, das zum Hammer wird; A Amboß (ebenfalls ein Teil des I. Schlund- oder des Kieferbogens); St Steigbügel; P Paukenring, in dem das Trommelfell ausgespannt ist (T); Z Anlage des Zungenbeines (= Verbindungsstück des II. und III. Schlundbogens); II B Rest des II. Schlundbogens; III B Rest des III. Schlundbogens; K Anlage der Kehlkopfknorpel (aus den Resten des IV. und V. Schlundbogens); L Luftröhre. Die Weichteile des Halses und die Wirbelsäule sind fortgelassen

Der zweite Schlundbogen legt sich mit seinem freien Ende in der Gegend der Gehörkapsel an den Schädel an und verwächst fest damit. In seiner mittleren Strecke ver-

schwindet beim Menschen der Knorpel; es bleibt dort nur ein Bindegewebsband übrig. Dagegen bleibt der Knorpel an der Unterseite des Halses erhalten und verwächst hier mit dem Knorpel des dritten Schlundbogens, der nur in geringer Ausdehnung entwickelt ist. Der mit dem Schädel verschmolzene Teil des zweiten Bogens verknöchert später und wird zum sogenannten Griffelfortsatz, den man an der Basis des ausgewachsenen Schädels als spitzen Zapfen vorfindet. Der mit dem dritten Bogen verschmolzene Teil wird zum Zungenbein, das jederseits zwei Fortsätze, die sogenannten Hörner aufweist, welche den Resten der Seitenteile des zweiten und dritten Bogens entsprechen. Aus Resten des vierten und fünften Bogens bildet sich vor allem ein Teil des Kehlkopfes, nämlich der Schildknorpel.

Die Fig. 19 gibt in schematischer Weise eine übersichtliche Darstellung dieser Entstehungsbeziehungen der knorpeligen Schlundbögen zu den bleibenden Bildungen. Namentlich durch Vergleich mit Fig. 18 wird man leicht die Verhältnisse verstehen.

Das dritte Gehörknöchelchen, der Steigbügel, hat beim Menschen einen selbständigen Ursprung. In anderen Fällen dagegen leitet es sich her von dem freien Ende des zweiten Schlundbogens, das abgeschnürt wird.

Alles in allem genommen zeigen uns die besprochenen Entwicklungsvorgänge an einem besonders schönen Beispiel das Vorkommen von Umwegen in der Embryonalentwicklung. Es werden zunächst bestimmte Bildungen angelegt, welche teilweise wieder verschwinden, teilweise zu bleibenden Organen umgebaut werden. Insbesondere haben wir gesehen, daß auf diese Weise die Gehörknöchelchen entstehen, welche keineswegs unmittelbar an Ort und Stelle als solche angelegt werden, sondern einem merkwürdigen Umwege ihren Ursprung verdanken.

Umwege in der Embryonalentwicklung gibt es nun noch in sehr vielen anderen Fällen. Das Stirnbein des Menschen ist beim Erwachsenen ein einheitlicher Knochen, aber entwicklungsgeschichtlich bildet es sich aus zwei getrennten Knochenplatten. Der oben (S. 63) erwähnte Endknochen an

der Schwanzwirbelsäule der gut fliegenden Vögel wird ebenfalls nicht als ein einheitlicher Knochen angelegt, sondern an seiner Stelle finden wir zunächst die Anlagen mehrerer getrennter Schwanzwirbel. Erst nachträglich verschmelzen diese Wirbel zu dem einheitlichen Gebilde, während bei

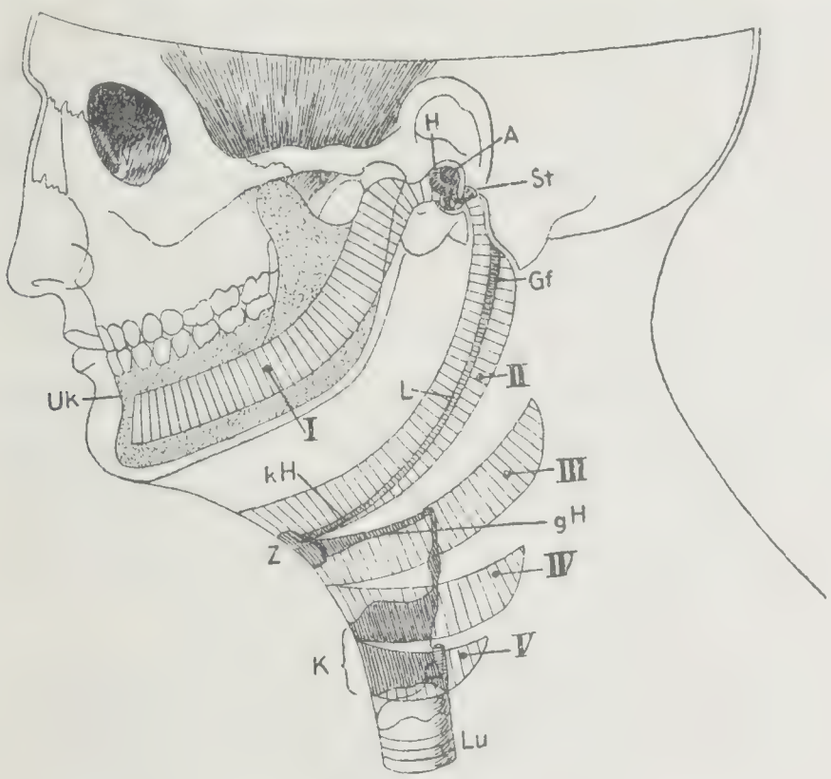


Fig. 19

Schematische Darstellung der Produkte der Schlundbögen beim Menschen (nach Wiedersheim)

Die Schlundbögen (I—V) sind schematisch angedeutet (hell schraffiert); die aus ihnen hervorgehenden endgültigen Bildungen sind dunkel schraffiert. Der erste oder Kieferbogen (I) liefert: Amboß (A) und Hammer (H); der zweite oder Zungenbeinbogen (II) liefert: Griffelfortsatz des Schädels (Gf), kleines Horn des Zungenbeines (kH) und einen Teil des Zungenbeinkörpers (Z), außerdem ein Band (Ligament, L), welches vom kleinen Zungenbeinhorn zum Griffelfortsatz geht. Der dritte Bogen (III) liefert: einen Teil des Zungenbeinkörpers (Z) und das große Horn desselben (gH). Der vierte (IV) und fünfte (V) Bogen liefern den Schildknorpel des Kehlkopfes (= *Cartilago thyreoidea*, K). Lu Luftröhre; Uk Unterkiefer; St Steigbügel

den Laufvögeln eine solche Verschmelzung mehr oder minder unterbleibt.

Doch genug von diesen Tatsachen. Was bedeuten all diese Umwege in der Entwicklung? Warum legen sich die bleibenden Organe nicht unmittelbar als solche an, sondern entstehen zunächst ganz andere Dinge, die wieder beseitigt oder umgearbeitet werden müssen?

Wir können nur eine Erklärung dafür geben, welche restlos befriedigt, nämlich die, daß die Endorganisation der betreffenden Lebewesen ursprünglich eine andere war, daß sich die Anlagen für diese andere Organisation noch in Resten erhalten haben und deswegen in der Entwicklung dieser Lebewesen in den geschilderten Umwegen noch zum Ausdruck kommen. Dieser Schluß ist um so zwingender, als wir in anderen Fällen sehen, daß die bleibenden Organe keineswegs zu ihrer Entstehung Vorläufer nötig haben.

Wird so die Entwicklungsgeschichte einerseits zu einer selbständigen Quelle der Descendenztheorie, so gewinnen anderseits die aus ihr entnommenen Gründe an Überzeugungskraft, wenn wir sie mit dem Ergebnis der übrigen Quellengebiete zusammenbringen. In Betracht kommt vor allem die Verbindung der entwicklungsgeschichtlichen Befunde mit den Tatsachen der Systematik und vergleichenden Anatomie.

β) Embryonalstufen und vergleichende Morphologie

Wenn wir die vorübergehenden Bildungen während der Entwicklung ansehen als die Spuren ehemaliger Endzustände, so müssen wir erwarten, daß unter den zahlreichen Tierformen auch jetzt noch solche angetroffen werden, bei denen tatsächlich jene vergänglichen Entwicklungsstadien als der bleibende Endzustand des vollentwickelten Tieres auftreten. Wir haben ja die abgestufte Mannigfaltigkeit des Tierreichs dahin gedeutet, daß die einzelnen Arten in der Stammesentwicklung ungleich weit vorgeschritten sind. Also müssen wir auch noch solche Arten antreffen, denen eine ursprünglichere Organisation eigen ist, welche bei weiter entwickelten Formen nur noch in vergänglichen Spuren während der Embryonalentwicklung vorkommt.

Diese Erwartung wird tatsächlich erfüllt.

Wir haben aus der Tatsache, daß bei den Säugetieren zuerst ein vergängliches Knorpelskelett auftritt, gefolgert, daß ihre Vorfahren im ausgebildeten Zustande noch keine Knochen besessen haben. Es muß demnach auch jetzt

noch weniger weit fortgeschrittene Tiere geben, deren Skelett nur aus Knorpel besteht. In der Tat treffen wir diesen Fall unter den Wirbeltieren an. Die Haie haben eine Wirbelsäule und einen Schädel, die lediglich aus Knorpelgewebe aufgebaut sind. Dabei ist beachtenswert, daß der Bau der Haie gegenüber dem der anderen Fische auch sonst ganz allgemein einen ursprünglichen Charakter zeigt.

Die knorpeligen Schlundbögen, welche bei den Säugetieren nur im Embryonalzustand auftreten, finden sich bei den Haien als bleibende Einrichtung in der Gestalt von Kiemenbögen, wie überhaupt bei den Fischen, wenn sie auch bei den Knochenfischen durch Knochengewebe ersetzt werden.

Wir haben gesehen, daß der Amboß der Säugetiere vorübergehend ein Bestandteil des sogenannten Kieferbogens ist. Bei den Haien bleibt der Kieferbogen als solcher dauernd bestehen. Der obere Teil, der bei den Säugern zum Amboß wird, erfährt bei den Haien eine mächtige Entwicklung. Er legt sich nicht nach hinten an das Gehörorgan, sondern nach vorn unter den Schädel. So wird er zum bleibenden Oberkiefer. Der Oberkiefer der Säuger ist mit ihm nicht gleichbedeutend, sondern eine Bildung eigener Art.

Ferner sahen wir, daß das Gelenkende des Meckelschen Knorpels, welches an den Quadratknorpel (= Oberkiefer der Haie = Amboß der Säugetiere) anstößt, sich schließlich abschnürt und zum Hammer wird. Dieser letztere ist also bei den Säugetieren ein vorübergehender Bestandteil des embryonalen Unterkieferbogens (Meckelscher Knorpel). Bei den Haien bleibt er ein dauernder Bestandteil dieses letzteren Knorpels, der zum bleibenden Unterkiefer wird. Den Hammer der Säugetiere finden wir also wieder im Gelenkende des Unterkiefers der Haie, von dem er sich dort nicht abschnürt. Das Gelenk zwischen Ober- und Unterkiefer beim Hai entspricht also dem Gelenk zwischen Hammer und Amboß bei den Säugetieren.

Auch bei Amphibien- und Reptilienembryonen wird ein Quadratknorpel angelegt. Er wird aber nicht zum Oberkiefer, wie bei den Haien, sondern rückt mehr nach hinten an den Schädel und dient im fertigen Zustand zur Verbindung

des endgültigen Oberkiefers mit dem Schädel. Ähnlich ist es bei Knochenfischen. Wir haben dann also eine Mittelstellung vor uns zwischen dem Oberkiefer der Haie und dem Amboß der Säugetiere. Mit anderen Worten: bei vergleichend anatomischer Betrachtung zeigt das fragliche Skelettstück eine gradweis abgestufte Mannigfaltigkeit, aus der für sich schon seine allmähliche Entwicklung folgt.

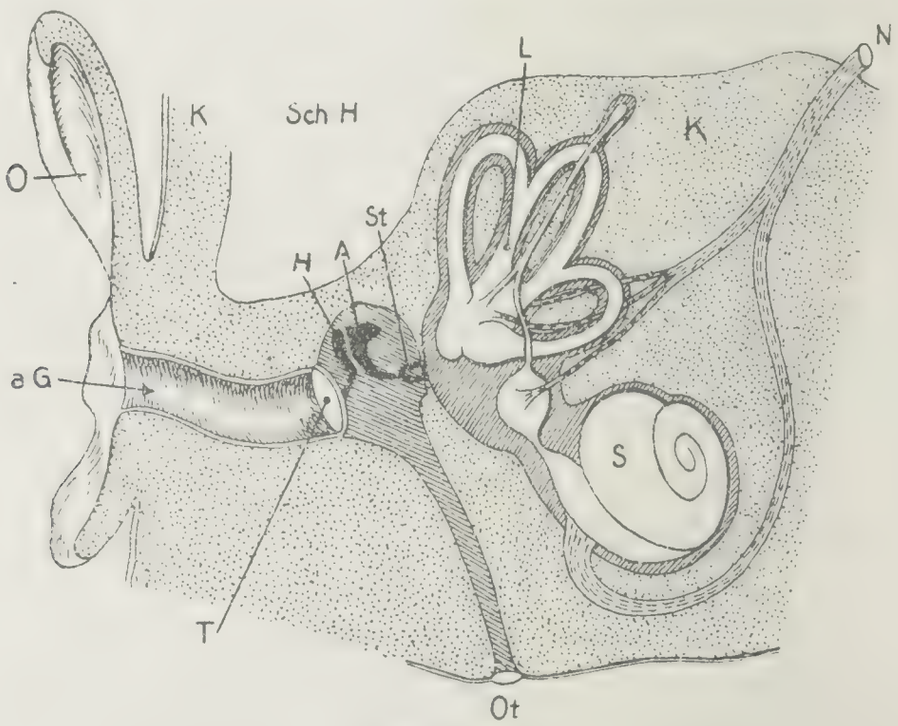


Fig. 20

Schema des menschlichen Gehörorgans

O äußeres Ohr; a G äußerer Gehörgang; K Knochen des Schädels; Sch H Schädelhöhle; T Trommelfell; H Hammer; A Amboß; St Steigbügel; die Gehörknöchelchen (schwarz) liegen in der Paukenhöhle; diese steht mit dem Rachen durch die Ohrtrompete (Ot) in Verbindung; Gehörknöchelchen, Paukenhöhle und Ohrtrompete bilden das sogenannte Mittelohr; das innere Ohr (weiß in der Figur) liegt in einem entsprechend geformten, komplizierten Hohlraum des Knochens (dunkel schraffiert); es besteht aus: L Labyrinth mit den drei Bogengängen; S Schnecke; N Nerv. Die Schallschwingungen der Luft werden vom äußeren Gehörgang zum Trommelfell geleitet; dieses überträgt sie auf die Gehörknöchelchen, welche sie an die Flüssigkeit weitergeben, welche in dem schraffierten Hohlraum das innere Ohr umspült; so gelangen sie schließlich an die Nervenendapparate des inneren Ohres, im besonderen der Schnecke

Die Schlundspalten, welche beim Säugetier nur in unvollkommener Ausbildung auftreten, bleiben als Kiemenspalten bei den Fischen dauernd bestehen. Interessant ist die Erscheinung, daß die erste Kiemenspalte bei den Haien sich im

Laufe der Entwicklung von den übrigen entfernt und nach vorn in die Gegend des Gehörorgans rückt, wobei ihre Kiemenblättchen zurückgebildet werden. Hier ist also schon ihre enge Verbindung mit dem Gehörorgan, wie wir sie oben kennen gelernt haben, angedeutet.

Ein schönes Beispiel für den Zusammenklang der vergleichend-anatomischen und embryologischen Stufenreihen liefert auch das innere Ohr, das eigentliche Gehörorgan. Bei den Säugetieren besteht dasselbe bekanntlich aus einem sehr komplizierten Gebilde, das vollständig in einem Knochen des Kopfes, dem sogenannten Felsenbein, eingeschlossen ist. Die Fig. 20 gibt eine schematische Übersicht über die Verhältnisse, wie sie beim Menschen angetroffen werden. Zum Verständnis genügt die Figurenerklärung.

Am inneren Ohr sind vor allem wichtig die Schnecke und das aus drei Bogengängen bestehende Labyrinth. Die eigentliche Gehörfunktion ist an die Schnecke gebunden, während das Labyrinth ein Organ zur Wahrung des Körpergleichgewichts ist.

Das ganze verwickelte Organ entsteht nun keineswegs im Embryo an Ort und Stelle, sondern es entwickelt sich stets folgendermaßen:

Auf einem gewissen Stadium senkt sich von der äußeren Haut her in der Hinterhauptsgegend auf jeder Seite eine kleine Grube ein, welche sich alsbald an ihrem Grunde zu einem Säckchen erweitert. Dann haben wir ein blasenförmiges Gebilde vor uns, das durch einen hohlen Gang auf der Oberfläche des Kopfes mündet (Fig. 21). Bei den Haien bleibt dieser Gang bestehen, so daß auch später der Hohlraum des inneren Ohres mit der Oberfläche in Verbindung steht. Bei allen übrigen Wirbeltieren aber löst sich der schlauchförmige Gang alsbald von der äußeren Haut ab, und seine Öffnung schließt sich. Auf diesem Stadium besteht dann das Gehörorgan im wesentlichen aus einem Bläschen, das zwischen Gehirn und äußerer Haut in der Kopfwandung liegt (Fig. 22). Nun treten an diesem Bläschen Umwandlungen und Neubildungen ein. Es gliedert sich in zwei Ab-

schnitte; an dem einen erkennt man eine schwach gekrümmte Aussackung, welche die Anlage der Schnecke darstellt. An dem anderen bereitet sich durch Verklebungen und Auftreten von Durchbohrungen die Entwicklung der Bogengänge vor (Fig. 23). Durch spiraliges Wachstum bildet sich die Schnecke vollends aus, und gleichzeitig erhält das Labyrinth seine endgültige Form.

Zu dieser embryonalen Formreihe, deren einzelne Stufen bei ein und demselben Individuum während seiner Ent-

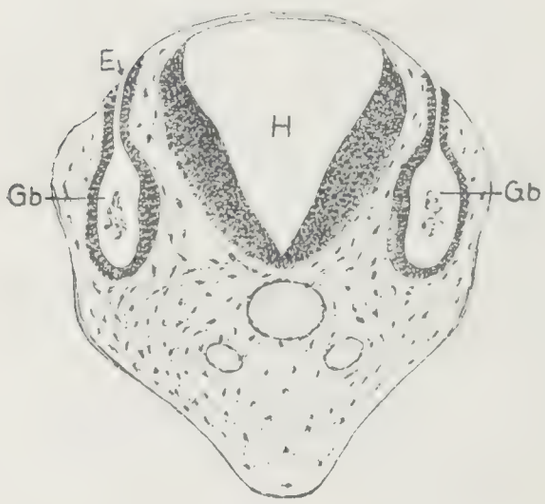


Fig. 21
Querschnitt durch den Kopf eines Embryos von einem Hai (*Scyllium*), um die Einstülpung des inneren Ohres zu zeigen
H Hirn; Gb Gehörbläschen; E Einstülpungsgang

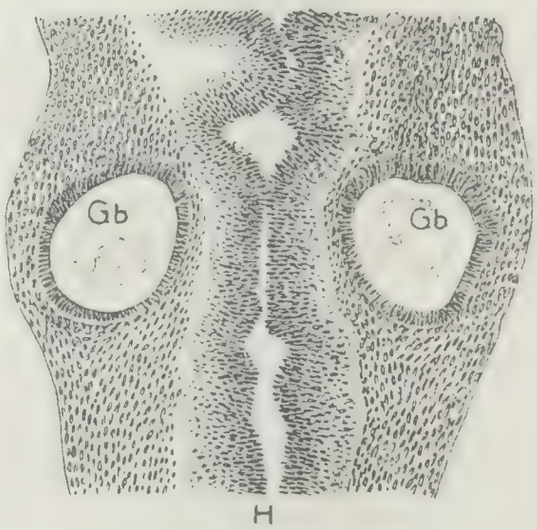


Fig. 22
Teil eines Schnittes durch den Kopf eines jungen menschlichen Embryos; das innere Ohr besteht aus einem einfachen Bläschen
H Hirn; Gb Gehörbläschen

wicklung ineinander übergehen, läßt sich eine vergleichend-anatomische Parallelreihe aufstellen. Diese ist gleichzeitig dadurch interessant, daß mit dem Fortschreiten des Organs von einem einfachen zu einem hochkomplizierten Bau auch eine Verfeinerung seiner Funktion Hand in Hand geht.

Nach der oben gegebenen Deutung indirekter Entwicklungsvorgänge werden wir erwarten, daß es Tiere gibt mit Organen, welche der ersten der besprochenen Embryonalstufen des inneren Ohres entsprechen. Das ist nun auch der Fall.

Bei manchen wirbellosen Tieren, so bei gewissen meerbewohnenden Würmern und anderen, findet sich ein Organ, das aus einer Einstülpung der äußeren Haut hervorgeht

und sich aus einem kugeligen Bläschen mit schlauchförmigem Ausführungsgange zusammensetzt (Fig. 24). Die Wandung des Bläschens enthält Sinneszellen. In seinen Hohlraum werden durch den Einstülpungsgang kleine Fremdkörper,

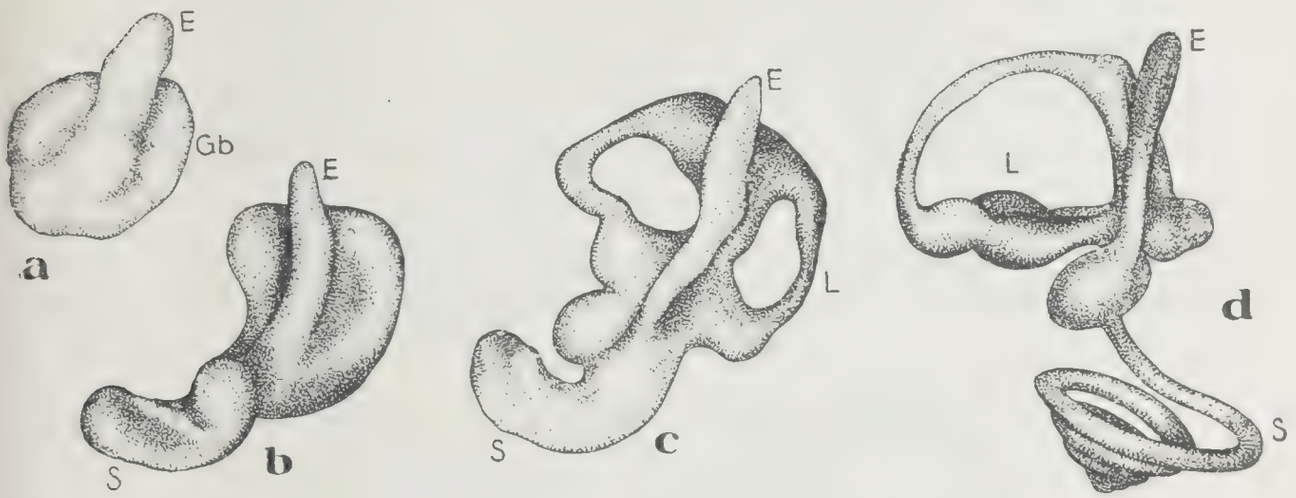


Fig. 23

Verschiedene Entwicklungsstadien des inneren Ohres bei den Säugetieren vom einfachen Gehörbläschen (a) bis zum fast fertigen Organ (d). a Gehörbläschen vom Kaninchen; b—d drei spätere Entwicklungsstadien vom Schwein (nach Krause). Gb Gehörbläschen; E ursprünglicher Einstülpungsgang, jetzt von der äußeren Haut abgetrennt und blind geschlossen; S Schnecke; L Labyrinth

Fig. 24

Längsschnitt durch die Statokrypte eines Meereswurmes (*Arenicola piscatorum*). E offener Einstülpungsgang; F Fremdkörper

Sandkörnchen u. dgl. aufgenommen und durch Ausscheidungen zu einem kleinen Klumpen verklebt. Ein solches Organ nennt man eine Statokrypte. Zum Hören ist es sicherlich nicht geeignet, wohl aber zur Gleichgewichtserhaltung. Denn je nach der Lage des Körpers drückt das

Steinchen auf verschiedene Teile der Bläschenwand; dadurch werden ungleiche Nervenfasern gereizt, und deren Tätigkeit bewirkt im Zusammenspiel mit anderen Teilen des Nervensystems die Herstellung einer bestimmten Körperhaltung.

Auch die zweite Entwicklungsstufe des Ohres sehen wir als bleibendes Organ verwirklicht. Es führt dann den Namen Statocyste. Eine solche kommt bei vielen wirbellosen Tieren vor, so bei Schnecken, Muscheln, Würmern und anderen.

Wir finden sie auch bei dem gleichen Wurm, dessen Statokrypte wir eben besprochen haben. Sie besteht aus einer

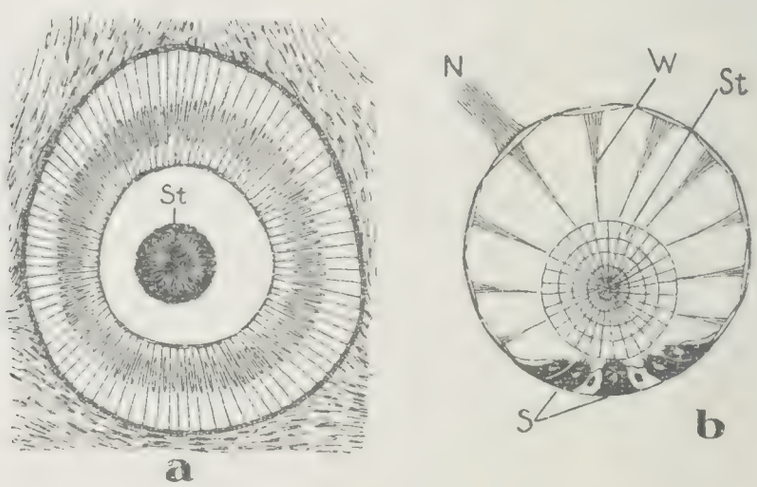


Fig. 25

a Statocyste von *Arenicola piscatorum* (vgl. Fig. 24) im Durchschnitt. b Statocyste einer Schnecke (*Carinaria*; nach Tschachotin). St Statolith; S Sinneszellen; N Nerv; W Wimperbüschel, welche den Statolithen stützen

kugeligen Blase, welche unter der Haut in der Tiefe der Körperwandung gelegen ist. Entwicklungsgeschichtlich entsteht sie auf die gleiche Weise wie die Statokrypte und das innere Ohr durch Einstülpung von außen, aber der Einstülpungsgang wird vollständig zurückgebildet (Fig. 25a).
In der Wand der Blase stehen hier wiederum Sinneszellen. Fremdkörper können nicht hineingelangen. Statt dessen scheidet die Blase selbst einen kugeligen Hartkörper aus, der nun statt der Fremdkörper als Gleichgewichtsstein (Statolith) funktioniert. Er wird in vielen Fällen durch feine Fortsätze der Wandzellen in der Mitte der Blase schwebend erhalten (Fig. 25b); im übrigen wirkt er auf dieselbe Weise

wie die verklebten Sandkörnchen. Ein solches Organ wird in erster Linie ebenfalls der Gleichgewichtsfunktion (der statischen Funktion) dienen. Es läßt sich aber nicht von der Hand weisen, daß dadurch auch schon feinere Erschütterungen wahrgenommen werden können, welche den Statolithen in Schwingungen versetzen, wodurch die Sinneszellen gereizt werden.

Eine weitere Formstufe des Gehörorgans finden wir dann bei den sogenannten Rundmäulern (*Cyclostomata*), fischähnlichen Tieren, zu denen auch das bekannte Neunauge gehört. Das Organ besteht hier nicht bloß aus einem Bläschen, sondern an diesem sind ein oder zwei Bogengänge vorhanden. Von den Haien an aufwärts gliedert sich das Hörbläschen durch eine Abschnürung in zwei Abschnitte, an deren einem sich drei halbkreisförmige Kanäle finden, so daß die Ausbildung des Labyrinths (des Gleichgewichtsorgans) vollendet ist. An dem anderen Abschnitt findet sich statt der Schnecke nur eine kurze Aussackung. So liegen die Verhältnisse im großen und ganzen auch bei den übrigen Fischen. In erster Linie dient das Organ hier zur Gleichgewichtserhaltung. Ein feines Hörvermögen ist noch nicht vorhanden, was ja damit im Einklang steht, daß eine Schnecke noch nicht entwickelt ist. Immerhin dürften Schallstöße und feine Erschütterungen von den Fischen wahrgenommen werden. Von den Amphibien an entwickelt sich nun mehr und mehr das Hörvermögen, und im Zusammenhange damit wird die an Stelle der Säugetierschnecke stehende Aussackung immer länger. Bei den Vögeln ist sie ein recht ansehnliches Gebilde, das leicht gekrümmt ist, bei den Säugetieren endlich erreicht dann das eigentliche Gehörorgan die bekannte Schneckenform.

Solche Parallelreihen embryonaler Formzustände auf der einen Seite und gradweis abgestufter Mannigfaltigkeit ausgebildeter Organe auf der anderen Seite lassen sich in großer Zahl anführen. Sie alle fordern die gleiche Beurteilung heraus. Um übrigens Mißverständnissen vorzubeugen, möge wie auch sonst schon in ähnlichen Fällen betont werden, daß die im vorstehenden benutzten Formreihen keineswegs

ohne weiteres die wirklichen Abstammungsreihen sind. Das vermindert aber in keiner Weise ihren Wert für die allgemeine Ableitung der Descendenztheorie.

c) Tiergeographie und Domestikation

Wenn wir das Vorkommen der einzelnen Tierarten auf der ganzen Welt überschauen, so sehen wir, daß die einzelnen Arten nicht gleichmäßig auf der ganzen Erde verteilt sind, sondern im allgemeinen ein beschränktes Verbreitungsgebiet besitzen. Es ist die Aufgabe der Tiergeographie, in dieser Hinsicht die Verteilung der Tierarten in der Gegenwart zu untersuchen.

Auch ihre Ergebnisse müssen im Einklang stehen zu den Folgerungen aus der Abstammungslehre; deshalb müssen wir mit wenigen Worten auf einige Punkte eingehen.

Jedenfalls muß die Forderung aufgestellt werden, daß die tiergeographischen Tatsachen, wenn nicht aus ihnen selbst schon eine allmähliche Entwicklung der Arten folgt, doch wenigstens nicht im Widerspruch mit der Annahme einer Stammesentwicklung stehen.

Das letztere ist nun auch der Fall. Wenn zugleich mit der jetzigen Verbreitungsweise der einzelnen Arten die geographischen Verhältnisse früherer Erdperioden und die wiederholten geologischen Umwälzungen der Erdoberfläche berücksichtigt werden, so lassen sich die zum Teil auffallenden Erscheinungen der Tierverbreitung recht gut mit der Abstammungslehre in Zusammenhang bringen. Ganz Entsprechendes gilt für die Verbreitung der Pflanzen.

Darüber hinaus gibt es aber einige Eigentümlichkeiten auf diesem Gebiete, welche unmittelbar für eine allmähliche Entwicklung der Arten sprechen. Ohne die jetzige Tierverbreitung aus den geologischen Umwälzungen der Erdoberfläche im einzelnen abzuleiten, wollen wir einige solcher Punkte herausgreifen.

Zunächst einmal ist von Bedeutung der Umstand, daß verschiedene Gegenden, welche nach Klima und sonstigen allgemeinen Verhältnissen unter sich gleich sind, eine ganz ungleiche Tierwelt beherbergen. So gibt es beispielsweise

in Südamerika Länderstrecken, welche das gleiche Klima besitzen, wie gewisse Gebiete Afrikas und Australiens. Aber für diese einander entsprechenden Gegenden der drei Erdteile ist eine ganz ungleiche Tier- und Pflanzenwelt charakteristisch. In Australien treffen wir vor allen Dingen die eigentümlichen Beuteltiere (Känguruh, Schnabeltier); im südlichen Afrika gewisse Affenarten, Löwen, Antilopen, Zebra, Giraffen. In Südamerika gibt es zwar auch Affen und Beuteltiere, aber beide Gruppen sind durch ganz andere Arten als in Afrika und Australien vertreten. Besonders charakteristisch sind neben bestimmten Nagetieren die Gürtel- und Faultiere und die Ameisenbären. Für andere Tiergruppen lassen sich entsprechende Unterschiede zwischen den drei genannten Gebieten feststellen. Wären nun die Arten als solche von vornherein in die Erscheinung getreten, so wäre kein Grund dafür einzusehen, daß gleichartige Gebiete eine ungleichartige Tierwelt besitzen. Wenn aber die Arten sich aus anders gearteten Vorfahren entwickelt haben, so wird es verständlich, daß in getrennten Gebieten das Endergebnis der Entwicklung ein ungleiches ist und jeder Erdteil eine ihm eigentümliche Tierwelt besitzt.

Das tritt noch klarer zutage, wenn wir nicht nur bestimmte Gegenden von drei Erdteilen berücksichtigen, sondern die Gesamtverbreitung der Tierwelt ins Auge fassen. Die Tiergeographie unterscheidet auf der Erdoberfläche eine ganze Anzahl von Regionen, deren jede durch das Vorkommen einer bestimmten Tierwelt gekennzeichnet ist. Diese Regionen, deren Zahl und Grenzen für uns nebensächlich sind, werden voneinander durch Meere, Wüsten und Gebirge geschieden. Und nun kann man vielfach feststellen, daß der Grad der Verschiedenheit in der Tierwelt der einzelnen Regionen Hand in Hand geht mit der Größe der Hindernisse, welche sich dem Austausch von Tieren zwischen den einzelnen Regionen in den Weg stellen. Das wird begreiflich, wenn die Bewohner der einzelnen Gebiete sich allmählich entwickelt haben. Ein Austausch der Stammformen war wegen der Hindernisse nur in beschränktem Umfange mög-

lich, und infolgedessen bekam die Tierwelt einer jeden Region ein eigentümliches Gepräge. Besonders auffallend ist das bei sogenannten Isolationsgebieten, welche durch weite Meeresstrecken von anderen Ländern getrennt sind. Dahin gehören z. B. Australien und Neuseeland. Beide sind durch viele Besonderheiten in der Tierwelt ausgezeichnet. Nur in Australien findet sich das merkwürdige Schnabeltier (*Ornithorhynchus paradoxus*), nur dort gibt es Känguruhs und viele andere Beuteltiere. Die höheren Säugetiere, soweit sie nicht vom Menschen eingeführt sind, fehlen fast vollständig; nur einige Nagetiere, ein wilder Hund (Dingo) und eine Schweineart kommen vor; außerdem allerdings mehrere Fledermausarten. Unter den Vögeln fehlen in Australien sonst weit auf der Erde verbreitete Gruppen, wie die Finken, Spechte, Geier, Fasanen; dafür gibt es andere Arten, die wiederum nur in Australien vorkommen, wie etwa die Kasuare, Emus, Kiwis u. a. Auf Neuseeland gibt es von Säugetieren nur zwei Fledermausarten. Beuteltiere kommen nicht vor, obgleich Neuseeland ja nicht allzu weit von Australien liegt. Für seine Vogelwelt ist unter anderem charakteristisch der Eulenpapagei, der sonst nirgends vorkommt (vergl. oben S. 66). Auch die übrigen Tiergruppen zeigen entsprechende Besonderheiten. Alle diese lassen sich erklären dadurch, daß ein Austausch von Stammformen mit anderen Gebieten nicht stattfinden konnte.

Hier lassen sich anschließen gewisse Eigentümlichkeiten, welche wir in der Tierwelt der Inseln antreffen. Schwer zugängliche Inseln haben im allgemeinen eine Tierwelt, welche mit ihrer Lage in Zusammenhang steht. So besitzen die ozeanischen Inseln, welche von Festländern weit entfernt sind, keine Land-Säugetiere und Amphibien, dagegen wohl Vögel, einige Reptilien, Insekten und Mollusken; also Formen, welche entweder selber leicht weite Strecken überfliegen können (Vögel, Insekten), oder solche, welche leicht durch irgendwelche Transportmittel verschleppt werden. Inseln, welche nahe bei einem Festlande liegen, haben ähnliche, aber doch auch wieder abweichende Bewohner, wie das Festland selbst. Sind die Inseln ehemals durch Abtren-

nung von diesem Festlande entstanden, so steht der Grad der Spezialisierung ihrer Tierwelt im Einklang mit dem Alter ihrer Abtrennung. Eine noch nicht lange vom Festlande abgetrennte Insel ist England. Wahrscheinlich ist seine Abtrennung erst nach der Eiszeit erfolgt. Seine Tierwelt stimmt deswegen in außerordentlichem Maße mit der des europäischen Festlandes überein. Eine sehr alte Insel ist Madagaskar, das bereits im Oligocän von Afrika losgerissen wurde. Seine Tierwelt ist im Einklang damit auffallend verschieden von derjenigen Afrikas. Das erklärt sich daraus, daß nach Aufhörung der Austauschmöglichkeit die Stammformen in den beiden Gebieten eine abweichende Weiterentwicklung genommen haben.

Diese Beziehungen der insularen Tierwelt zu der festländischen würden unverständlich bleiben, wenn die einzelnen Arten von vornherein in ihrem jetzigen Zustande aufgetreten wären.

Wenn für die Zusammensetzung der Tierwelt in erster Linie die Abstammung maßgebend sein soll, so muß man erwarten, daß innerhalb eines größeren abgeschlossenen Gebietes die tierischen Bewohner eine gewisse Einheitlichkeit zeigen, auch wenn die klimatischen Verhältnisse in den einzelnen Teilen dieses Gebietes verschieden sind. Ein solches Verhalten trifft man nun tatsächlich an. Südamerika etwa ist ein Gebiet, das fast von allen Seiten vom Meer umgrenzt wird und nur im Norden durch eine schmale Landbrücke mit anderen Landmassen zusammenhängt. Seine große Ausdehnung in nord-südlicher Richtung bringt es mit sich, daß die Klimaverhältnisse stark wechseln. Im Süden und Norden wohnen zwar verschiedene Arten, aber doch Angehörige der gleichen oder nahe verwandter Gattungen. Um nur ein einziges Beispiel zu nennen, trifft man in den Ebenen der Magellanstraße einen straußartigen Vogel, den Nandu (*Rhea americana*) und im Norden des La Plata eine andere Art der gleichen Gattung. Es sind das keine echten Strauße, sondern Vögel, die gerade für Südamerika kennzeichnend sind. In Afrika kommt unter Bedingungen, wie sie der La Plata-Ebene entsprechen, der echte Strauß

vor (*Struthio*). Wenn statt dessen in ganz Südamerika die Gattung *Rhea* auftritt, so wird das am zwanglosesten erklärt durch Abstammung der den ring: abgeschlossenen Erdteil bewohnenden Arten von gemeinsamen Urformen.

Es gibt allerdings tiergeographische Erscheinungen, welche auf den ersten Blick der Abstammungslehre zu widersprechen scheinen. Wir wollen nur die auffallendste erwähnen, nämlich das Vorkommen sogenannter diskontinuierlicher Arten. Darunter versteht man das Auftreten nahe verwandter Arten in zwei weit entfernten Gebieten, ohne daß dazwischen verwandte Arten vorhanden sind und ohne daß Verbindungsmöglichkeit zwischen jenen Gebieten besteht. Als Beispiel möge auf die Tapire verwiesen werden, von denen es nur wenige Arten gibt, welche sämtlich der gleichen Gattung angehören. Der gemeine Tapir (*Tapirus americanus*) lebt in Südamerika, während der sogenannte Schabrackentapir (*Tapirus indicus*) in Indien beheimatet ist. Anderswo kommen diese merkwürdigen Tiere nicht vor.

Diese und andere Erscheinungen lassen sich aber sehr wohl mit der Abstammungstheorie in Einklang bringen, wenn man die Ergebnisse der Geologie und Paläontologie berücksichtigt. Diese lehren uns, daß Gebiete, die in der Gegenwart getrennt sind, ehemals vielfach in Zusammenhang gestanden haben, so daß ein Austausch ihrer Bewohner möglich war, und ferner, daß viele Arten, welche jetzt nur ein örtlich begrenztes Vorkommen aufweisen, in früheren Erdperioden ein großes Verbreitungsgebiet besessen haben. Das Auftreten der diskontinuierlichen Arten findet daher eine hinreichende Erklärung einerseits durch geologische Umwälzungen, anderseits durch Aussterben der verwandten Arten in den Zwischengebieten.

Damit wollen wir die Besprechung der Tiergeographie abschließen und unsere Aufmerksamkeit auf ein Gebiet lenken, auf dem uns die Veränderbarkeit der Lebewesen unmittelbar entgegentritt.

Das ist der Fall bei der Züchtung von Haustieren und Nutzpflanzen, oder, um den Fachausdruck zu gebrauchen, bei der sogenannten Domestikation. Es ist jedem Leser

bekannt, daß unsere Haustiere nicht in wildem Zustande in der freien Natur vorkommen. Die sogenannten wilden Pferde Amerikas sind keine echten Wildformen, sondern stammen von europäischen Hauspferden ab, die mit oder ohne Absicht ihrer Besitzer in die freie Steppe gerieten. Verfolgt man die Geschichte der Haustiere rückwärts, so läßt sich feststellen, daß sie von Wildformen abstammen, wenn auch nicht für alle die Stammformen mit Sicherheit bekannt sind. Unser Hausschwein z. B. stammt vom Wildschwein ab. Die Unterschiede der beiden brauchen nicht besonders hervorgehoben zu werden, und die Veränderungen, welche das Wildschwein durchgemacht hat, bis es zu unseren jetzigen Schweinerassen wurde, sind augenfällig. Auch unser Hausrind leitet sich her von wildlebenden Vorfahren, die der Mensch allmählich zähmte und sich nutzbar machte. Wahrscheinlich kommen als Stammformen mehrere Arten von Wildrindern in Betracht, die jetzt sämtlich ausgestorben sind. Sicherlich haben auch bei der Züchtung des Rindes Kreuzungen der Stammformen vielfach eine Rolle gespielt. Für das schwere Niederungsvieh Norddeutschlands ist es sehr wahrscheinlich, daß es vom Auerochsen (Ur, *Bos primigenius*) abstammt, der nicht verwechselt werden darf mit dem jetzt noch in wenigen Exemplaren lebenden schwächeren Wisent (Bison, *Bison europaeus*). Auch hier liegt die Umwandlung einer Tierform auf der Hand. Noch auffallender ist das vielleicht beim Haushund, der ja bekanntlich in außerordentlich verschiedenen Rassen gezüchtet wird. Sein Ursprung ist zu suchen in wilden Wolf- und Schakalarten, die miteinander gekreuzt worden sind. Um sich die starke Abänderung vor Augen zu führen, welche diese Wildhunde im Laufe der Domestikation durchgemacht haben, stelle man sich nur etwa einen Dachshund, einen Seidenpinscher, eine Dogge und einen Wolf nebeneinander vor.

Wenn auch die Haustiere in der freien Natur sich selbst überlassen im Laufe schon weniger Generationen viel von ihren Besonderheiten einbüßen und verwildern, wie man zu sagen pflegt, so bilden sie doch einen trefflichen Beleg

dafür, daß eine weitgehende Umwandlungsfähigkeit der Artform vorhanden ist.

d) Mutation und Bildung neuer Rassen durch Kreuzung

Wenn nun auch die Entstehung der Haustiere aus wilden Urformen sehr zugunsten der Veränderbarkeit der Arten spricht, so sind doch lange Zeiträume darüber hingegangen, bis die Stammformen den Zustand unserer heutigen Nutztiere erreichten, und der einzelne Mensch kann eine derartige Umwandlung nicht unmittelbar beobachten. Ferner sind auch im allgemeinen die näheren Umstände nicht bekannt, welche bei der Entstehung der Haustierrassen im Spiele waren.

Es ist deswegen von großem Interesse, daß gar nicht selten plötzliche erbliche Umänderungen bei Tieren und Pflanzen vorkommen. Man spricht dann von Mutationen und bezeichnet die abgeänderten Nachkommen als Mutanten. Man versteht unter Mutation das unvermittelte Auftreten einer veränderten Erbanlage, die sich in einer veränderten äußeren Eigenschaft der Nachkommen kundgibt. Alle Nachkommen unterscheiden sich dann dauernd in diesen Eigenschaften von der Stammform.

Mutationen sind sowohl bei Tieren, als auch bei Pflanzen beobachtet worden.

In weiteren Kreisen bekannt geworden ist der von De Vries beschriebene Fall der Nachtkerze (*Oenothera Lamarckiana*). Bei dieser Pflanze traten Nachkommen auf, welche sich in den verschiedensten Merkmalen, wie Wuchsform, Größe und Form der Blätter, Form und Stellung der Blüten usw. von ihrer Stammform unterschieden. Diese Abweichungen erwiesen sich als erblich. De Vries machte diese Beobachtung zur Grundlage einer besonderen Erklärung der Stammesentwicklung (Mutationstheorie). Allerdings hat sich später herausgestellt, daß jene Abweicher keine Mutanten waren, sondern daß ihr Auftreten auf Mendelscher Spaltung beruht (vgl. unten).

Sichere Fälle von Mutationen bei Pflanzen gibt es aber in genügender Anzahl. Besonders zahlreich sind sie in jüngster

Zeit bei dem bekannten Löwenmaul (*Antirrhinum*) zur Beobachtung gekommen. Viele dieser Mutanten sind derartig verschieden von ihrer Stammform in den mannigfaltigsten Merkmalen, daß man sie ohne Kenntnis des Zusammenhanges niemals für Nachkommen des Löwenmauls halten würde.

Sichere Mutationen sind ferner u. a. festgestellt beim Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa*, Fig. 26). Dieser Käfer hat im allgemeinen längsgestreifte Flügeldecken, und zwar schwarze Streifen auf weißlichem Grunde. Unter anderem sind nun Nachkommen aufgetreten, bei denen die Streifung der

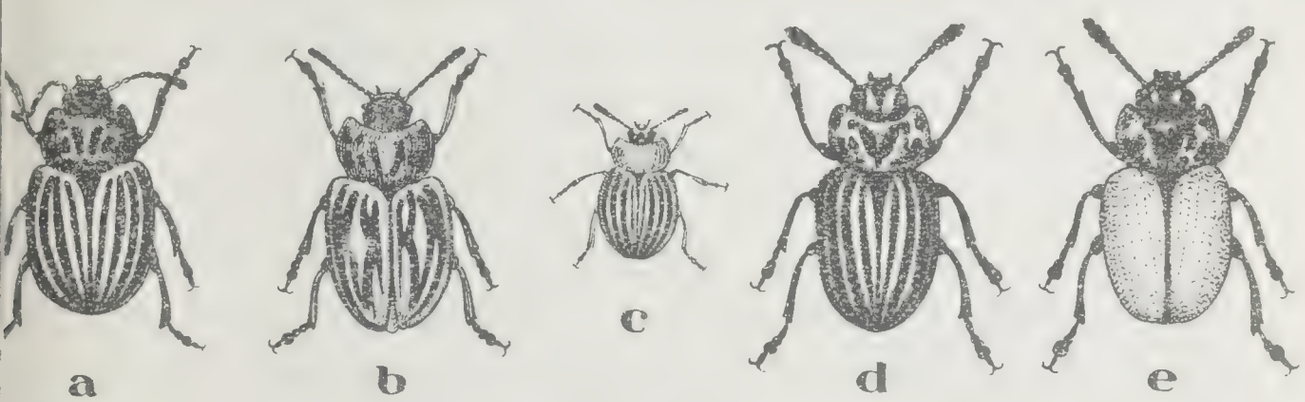


Fig. 26

Verschiedene Arten des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa*; nach Tower) a *Leptinotarsa decemlineata*, Koloradokäfer; b und c, dessen Mutationen *L. tortuosa* (b) und *L. defectopunctata* (c); d *L. undecimlineata* und e deren Mutation *L. angustovittata*

Flügeldecken vollkommen fehlt. Die Farbe der Flügeldecken ist dann ein bläuliches Grau. Die Weiterzucht ergab, daß eine erbliche Abänderung (Mutation) vorliegt. Bei einer anderen Mutante sind je zwei dunkle Längsstreifen in der Mitte miteinander verschmolzen, so daß sie eine K-förmige Figur bilden. Außerdem sind noch andere Fälle beobachtet worden.

Über eine Mutation, welche für die praktische Viehzucht eine gewisse Bedeutung gehabt hat, berichtet Darwin. Im Anfange des vorigen Jahrhunderts trat in einer amerikanischen Schafherde unvermittelt ein Widder auf, der sich von allen Angehörigen der Herde dadurch abhob, daß er krumme, kurze Beine wie ein Dachshund hatte. Bei der Fortpflanzung mit normalen Schafen ergab sich, daß diese Eigenschaft erb-

lich war, und so wurde ein ganzer Stamm dieser sogenannten Otterschafe gezüchtet.

Sie wurden vielfach von den Schafhaltern bevorzugt, weil sie nicht imstande waren, über die Hürde zu springen. Die Zucht der Otterschafe ging später ein, als die Merinoschafe, die ein ruhigeres Verhalten zeigen, eine weitere Verbreitung gewannen. Einen anderen Fall, den ebenfalls bereits Darwin erwähnt, bildet die Entstehung eines schwarzschulterigen Pfaues als Nachkomme der in der bekannten Weise gefärbten Pfauen. Auch hier handelte es sich um eine erbliche Veränderung, also um Mutation. Von weiteren Beispielen wollen wir absehen. Manche Mutationen, so namentlich die zahlreichen Mutanten der sogenannten Taufliege (*Drosophila melanogaster*) haben wertvolles Material für die moderne Vererbungsforschung geliefert.

Wir müssen es uns versagen, auf das Wesen der Mutation näher einzugehen. Nur das eine möge noch hervorgehoben werden, daß die besprochenen und überhaupt auch sonst beobachteten Mutanten jedenfalls nicht als neue Stufenglieder der Stammesentwicklung angesehen werden dürfen. Das geht schon daraus hervor, daß wohl alle diese Mutationen auf dem Verlust von Erbanlagen beruhen; die Stammesentwicklung fordert aber gerade das Gegenteil, den Neuerwerb von Anlagen. Die Stellung der Mutanten zu den Gliedern der Stammeskette bedarf einer besonderen Würdigung. Uns mag genügen, daß durch ihr Vorkommen überhaupt die erbliche Veränderbarkeit der Lebewesen bewiesen wird.

Eine andere Quelle für die Entstehung neuer Tier- und Pflanzenformen haben wir noch zu erwähnen, nämlich die Kreuzung oder Bastardierung. Wenn man zwei Tier- oder Pflanzenrassen, welche sich in bestimmten Merkmalen voneinander unterscheiden, miteinander zur Fortpflanzung bringt, sie kreuzt oder bastardiert, wie man sich ausdrückt, so vereinigen die Nachkommen, die Bastarde, in sich die Erbanlagen der verschiedenen Eigenschaften beider Eltern. Äußerlich braucht das nicht zutage zu treten, da unter Umständen der Bastard ganz das Aussehen allein des einen der beiden Eltern zeigen kann. Sind die Bastarde fruchtbar und pflanzt man

sie nun untereinander fort, so treten unter ihren Nachkommen nicht nur solche auf, welche vollkommen gleich mit den ursprünglichen Stammformen sind, sondern auch solche, welche alle möglichen Kombinationen der Eigenschaften dieser Stammformen zeigen. Und zwar kommen auch solche Kombinationen vor, welche auch beim Bastard noch nicht vorhanden waren. Die Nachkommen solcher Bastarde gleichen also nur zum Teil diesen selber; zum Teil gleichen sie den Stammformen des Bastards, zum Teil zeigen sie überhaupt neue Eigenschaftskombinationen. Derartige Erscheinungen sind es, welche zuerst von Gregor Mendel (1822—1884) exakt untersucht worden sind; sie bilden die Grundlage für die moderne Vererbungsforschung. Die Tatsache, daß die Nachkommen von Bastarden untereinander ungleich sind, bezeichnet man als das Spalten des Bastards in den Nachkommen. Unter den bei der Spaltung auftretenden Neukombinationen von Eigenschaften sind stets solche, welche, unter sich fortgepflanzt, rein weiterzüchten, also ihre neuen Eigentümlichkeiten unverändert auf die Nachkommen übertragen. So können durch Kreuzung zweier Rassen und nachheriges Aufspalten der Bastarde ganz neue Rassen entstehen. Allerdings ist im Auge zu behalten, daß derartige neue Rassen nur eine Neukombination vorher bereits vorhandener, aber auf verschiedene Rassen verteilter Eigenschaften darstellen. Für die Tier- und Pflanzenzucht sind diese in der Mendelschen Vererbungsforschung näher untersuchten Erscheinungen von großer Bedeutung.

Es ist leicht ersichtlich, daß, wenn man die Tatsache der voraufgegangenen Kreuzung nicht kennt, durch das Spalten eines Bastards der Eindruck hervorgerufen werden kann, daß die vielfältige Beschaffenheit seiner Nachkommen als Mutation aufzufassen sei. So dürften auch manche zuerst von De Vries beobachteten erblichen Veränderungen der Nachtkerze durch das Spalten einer Bastardform ihre Erklärung finden.

Wie weit die Entstehung neuer Formen durch Kreuzung für die Stammesentwicklung tatsächlich eine Rolle gespielt hat, muß dahingestellt bleiben. Sichere Tatsachen, welche

ihre wesentliche Beteiligung daran erweisen, gibt es nicht. Daher wird der Bastardierung in dieser Hinsicht wohl nur eine untergeordnete Bedeutung zukommen. Für die Entstehung der Haustiere und Nutzpflanzen wird sie aber in großem Umfange verantwortlich zu machen sein.

III. Zusammenfassung

Wir können nunmehr unsere Ausführungen über die Grundlagen der Abstammungslehre beschließen und das Endergebnis feststellen. Zwar ließen sich noch manche Einzelheiten anführen, welche für unser Thema von Belang sind, doch wesentlich Neues würde sich nicht ergeben.

Fassen wir also ganz kurz zusammen, was im vorhergehenden besprochen wurde und verwenden wir es zu allgemeinen Schlußfolgerungen.

Die nacheinander auftretende Mannigfaltigkeit der ausgestorbenen Lebewesen, welche ebenso gradweise abgestuft ist, wie die nebeneinander bestehende der Jetztzeit, die Unsicherheit und Willkürlichkeit der Artumgrenzung, die Unbeständigkeit der Form und die Unabhängigkeit des Artbestandes von dem dauernden Festhalten einer bestimmten Form, wie wir sie in der Erscheinung des Polymorphismus kennen gelernt haben, die rudimentären Organe und die eigentümlichen Umwege in der Embryonalentwicklung, endlich die auffallende Parallele zwischen embryonalen und vergleichend-anatomischen Formreihen, welch letztere wiederum vielfach sich mit der aufsteigenden systematischen Formenreihe decken, alles dies gehört einem einheitlichen Erscheinungsgebiet an, nämlich der Formbildung der Lebewesen, und ist deswegen in einen einheitlichen widerspruchslosen Zusammenhang zu bringen. Das geschieht dadurch, daß wir von den Besonderheiten der Einzelerscheinungen absehen und nur das ihnen allen gemeinsame Wesentliche herausheben. Die gemeinsame Grundlage vielfacher Einzelerscheinungen ableiten, heißt aber nichts anderes, als die allgemeine Theorie dieser Erscheinungen bilden.

Das gemeinsame Wesentliche des vorliegenden Gebietes ist die Unbeständigkeit der Form, der Formwechsel. Wir

finden diesen Formwechsel nebeneinander bei Vergleich der verschiedenen Lebewesen, aber auch nacheinander bei den Fossilien, beim Generationswechsel, in der Embryonalentwicklung. Soll nun nicht nur das Wesentliche all der Erscheinungen herausgehoben werden, sondern auch zugleich die Einheitlichkeit des Erscheinungsgebietes darin einbezogen werden, so wird unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenart der Einzelerscheinungen das „Nebeneinander" und „Nacheinander" nur durch den Vorgang der Abstammung zu einer Geschehenseinheit vereinigt. So ergibt sich zwangläufig aus den Tatsachen die Descendenztheorie.

Nur durch die Annahme einer allmählichen Entwicklung aller Lebewesen aus anders beschaffenen Vorfahren ist, wie bei einzelnen Gelegenheiten schon wiederholt betont wurde, ein einheitlicher und widerspruchsloser Zusammenhang und damit eine widerspruchslose Erklärung aller Einzelerscheinungen zu erbringen. Diese Anschauung allein läßt uns verstehen die gradweis abgestufte Mannigfaltigkeit in Vergangenheit und Gegenwart, das eigentümliche Verhalten der Embryonalentwicklung und den Zusammenklang embryonaler Formzustände mit vergleichend-anatomischer und systematischer Gliederung.

Die Tatsachen der Paläontologie, der Systematik und Morphologie finden eine widerspruchslose hinreichende Erklärung nur durch die allmähliche Entwicklung der Arten. Die Erscheinungen des Polymorphismus und der Embryonalentwicklung, die Beobachtungen über Mutation und Verhalten der Rassen bei der Züchtung fügen sich ohne weiteres in diesen Rahmen ein.

Die jetzige Verteilung der Arten auf der Erdoberfläche schließt sich zwanglos den Folgerungen an, die aus den übrigen Tatsachen gezogen werden müssen. Und so ergeben all die besprochenen Gebiete eine einheitliche Grundlage für die Descendenztheorie.

B. Mittel und Wege der Stammesentwicklung

Während die Richtigkeit der Abstammungstheorie als solcher durchaus gesichert ist, kann man ein gleiches noch nicht sagen von den Versuchen, das Zustandekommen der allmählichen Entwicklung zu erklären und das verwickelte Zusammenspiel der Ursachen für den stammesgeschichtlichen Vorgang aufzuhellen.

Nur zwei solcher Versuche haben eine größere Beachtung gefunden und von Anfang an bis auf den heutigen Tag eine nachhaltige Wirkung ausgeübt; sie allein auch sind in weitere Kreise gedrungen.

Die beiden Erklärungsversuche, welche hier gemeint sind, gehen zurück auf den bereits erwähnten französischen Naturphilosophen Lamarck und auf Darwin.

Namentlich der Darwinismus hat, unterstützt von einer sehr lebhaften populären Literatur die weitesten Kreise in seinen Bann gezogen, so daß recht oft Darwinismus und Abstammungstheorie geradezu verwechselt werden (vgl. oben S. 13).

Bei einer solchen Sachlage müssen wir zunächst auf den Inhalt der Lamarckschen und Darwinschen Anschauungen eingehen, um uns dann zu fragen, was an ihnen stichhaltig ist.

Der Einfluß, den Lamarckismus und Darwinismus auf die gesamte mit der Abstammungslehre im Zusammenhang stehende Gedankenwelt ausgeübt haben, ist derart, daß sogar in Fachkreisen vielfach die stillschweigende Gepflogenheit anzutreffen ist, die beiden Erklärungssysteme für die einzig möglichen zu halten.

So stehen bis in die neueste Zeit hinein die Erörterungen über die Mittel und Wege der Stammesentwicklung unter dem Zeichen eines Entweder-Oder: Entweder Lamarckismus oder Darwinismus. Diese fast allgemeine Ausschließlichkeit der Gegenüberstellung ist für die Lösung der Frage nach dem Zustandekommen der Stammesentwicklung nicht immer sehr förderlich gewesen. Man hat über dem Streit der beiden Systeme vielfach vergessen, sich darauf zu besinnen, ob denn nicht beide ungenügend sein können und ob denn nicht beide nur Teilerklärungen liefern, so daß man daran gehen müßte, von neuem die wesentlichen Grundlagen für die Stammesentwicklung aufzubauen.

Um den richtigen Standpunkt zu finden, werden wir daher die wesentlichen Punkte der beiden Lehrgebäude kritisch zu untersuchen haben.

Eins vor allem müssen wir dabei stets im Auge behalten. Es kann nicht darauf ankommen, eine Erklärung zu finden, welche bloß denkmöglich ist, sondern es muß nach einer solchen gesucht werden, welche der Wirklichkeit der Vorgänge entspricht.

Wenden wir uns nun zunächst zu einer kurzen Darstellung des Hauptinhaltes des Darwinismus und Lamarckismus. Die kritische Besprechung soll weiter unten ihren Platz finden.

I. Die Erklärungsversuche von Lamarck und Darwin

a) Der Lamarckismus

Der Gedankengang Lamarcks ist ungefähr folgender:

Er ging von der Grundanschauung aus, daß einerseits der häufige Gebrauch ein Organ stärkt, daß anderseits aber der Nichtgebrauch nachteilig auf ein Organ einwirkt. Gewisse Beobachtungen lassen diesen Gedanken leicht begründen. Jeder kennt die Erscheinung, daß etwa die Muskeln durch Anstrengungen und Übungen zu kräftiger Ausbildung gebracht werden, daß sie aber infolge langdauernder Untätigkeit erschlaffen und zurückgebildet werden. Jeder weiß auch, daß die Sinnesorgane durch Übung geschärft werden können, daß etwa ein geschultes Ohr besser hört als ein ungeübtes.

Die Tiere werden nun durch die Mannigfaltigkeit der Umwelt, in der sie leben, und durch den im Laufe der Zeiten eingetretenen Wechsel dieser Umgebung zu den mannigfaltigsten Betätigungen veranlaßt. Die Pflanzen sind je nach ihrem Standort und den klimatischen Verhältnissen ebenso den verschiedenartigsten Einflüssen ausgesetzt. Alle diese Betätigungen und Einflüsse bleiben nicht ohne Nachwirkung auf den Bau der Lebewesen. Je nach den angenommenen Gewohnheiten und je nach der ganzen Lebenslage werden einzelne Teile des Körpers und einzelne Organe besonders beansprucht; andere treten in ihrer Bedeutung für die Lebensäußerungen in den Hintergrund. So kommt es, daß die mehr beanspruchten Organe gefördert, die wenig benutzten zurückgebildet werden; sie können unter Umständen vollständig verchwinden. Bei der Mannigfaltigkeit der Bedingungen, unter denen die Lebewesen in den verschiedensten Klimaten und Umgebungen stehen, sind es bei den einen diese Teile, welche in ihrer Ausbildung gefördert werden, bei den anderen jene, und so ergibt sich ohne weiteres eine mannigfaltige Verschiedenheit der einzelnen Gruppen von Lebewesen.

Die bevorzugten Organe werden aber nicht nur einfach in ihrer Ausbildung gesteigert, wie etwa ein durch Arbeit gestärkter Muskel, sondern sie werden auch spezialisiert. Je nach der besonderen Aufgabe, welche ihnen entsprechend den jeweiligen äußeren Bedingungen zufällt, wird ihre Ausbildung in eine bestimmte Richtung gelenkt. So können sich im Laufe der Stammesentwicklung ursprünglich ganz gleiche Organe bei zwei Gruppen von Tieren weit voneinander entfernen. Es können auch neue Aufgaben an ein Organ herantreten, für die es ursprünglich gar nicht beansprucht wurde. An diese neuen Aufgaben kann das Organ sich durch längere Übung anpassen. Es antwortet auf die neuartige Beanspruchung wiederum mit einer spezialisierten Ausbildung, und wir haben das vor uns, was wir oben als Funktionswechsel kennen gelernt haben.

So erwerben die einzelnen Organe und damit die Lebewesen überhaupt im Laufe des individuellen Lebens neue Eigentümlichkeiten, die sie auf ihre Nachkommen über-

tragen. Diese neuen Eigenschaften können zunächst in nur geringen Veränderungen bestehen; sie steigern sich aber zu merklichen und erheblichen Neubildungen, wenn die Nachkommen immer wieder in gleicher Richtung und unter gleichen Bedingungen die von den Vorfahren bereits überkommenen neuen Eigenschaften weiter ausbilden. Es findet dann allmählich eine Häufung der neuen Eigentümlichkeiten statt, welche schließlich nicht nur eine neue Mannigfaltigkeit der Tier- und Pflanzenarten schafft, sondern auch eine, wie man im täglichen Leben sagt, zweckmäßige Ausbildung der Organe und der Lebewesen überhaupt.

Nun ist es aber erforderlich, daß zunächst einmal ein Organ da sein muß, welches durch Tätigkeit und Beeinflussung von der Umgebung her umgestaltet werden kann. Um dieser gewiß nicht zu umgehenden Forderung gerecht zu werden, nahm Lamarck an, daß die Lebewesen, wenn sie unter neue Bedingungen geraten, das Bedürfnis empfinden, diesen Bedingungen entsprechende Organe zur Entwicklung zu bringen. Es wird durch das Bedürfnis im Organismus ein auf das nunmehr erforderliche Organ gerichtetes Streben erzeugt, das seinerseits die Anlage des Organs verwirklicht. Der Gebrauch des erst einmal angelegten Organs führt dann zu seiner vollen Ausbildung.

Die wichtigste Annahme in diesem Erklärungsversuch ist diejenige, daß Eigenschaften, die im individuellen Leben erworben sind, sei es durch Wirkung der Umgebung, sei es im Gefolge des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs eines Organs, auf die Nachkommen vererbt werden. Dieser Gedanke ist der einzige aus der Lehre Lamarcks, der auch jetzt noch in der Erörterung über die Stammesentwicklung eine Rolle spielt. Wir werden später Gelegenheit haben, darauf etwas näher zurückzukommen.

Die Anschauungen Lamarcks beruhen lediglich auf gedanklichen Überlegungen. Lamarck war zwar ein bedeutender Gelehrter, aber er verfügte nicht über einen solchen Umfang von Naturbeobachtungen, daß er seine Lehre mit hinreichenden Beispielen aus der Tier- und Pflanzenwelt belegen konnte. So kam es, daß seine Ausführungen wohl viel Beachtung

fanden, aber doch nicht die Abstammungslehre zum endgültigen Siege führten, weil sie eben allzu sehr als Gedankenkonstruktionen erschienen.

Das war anders mit der Lehre Darwins, der zwar zum Teil an Lamarcksche Gedanken anknüpfte, aber zugleich durch Verwendung eines reichen Beobachtungsmaterials seine Anschauungen über die reine Denkmöglichkeit hinauszuheben und als den Ausdruck der Wirklichkeit darzutun suchte. Er führte außerdem einen neuen Grundgedanken ein, der bei der damaligen allgemeinen Anschauungsweise, aber auch jetzt noch, etwas sehr Bestechendes an sich hat, nämlich die Lehre von der Auslese durch den Kampf ums Dasein. Im Laufe der weiteren Ausgestaltung des Darwinismus ist der Anteil Lamarckscher Gedanken in ihm immer mehr zurückgetreten. So wurde schließlich ein scharfer Gegensatz zum Lamarckismus ausgebildet.

b) Der Darwinismus

I. Der ältere Darwinismus

Durch ausgedehnte Beobachtungen, zum Teil auf weiten Reisen, erkannte Darwin, daß auch die artgleichen Lebewesen unter sich manche Verschiedenheiten aufweisen. Es gibt kaum zwei Individuen der gleichen Art, die vollständig miteinander übereinstimmen, und auch die Nachkommen weichen in den verschiedensten Punkten von ihren Eltern und untereinander ab. Diese Abweichungen innerhalb der Art mögen nur klein sein, aber sie sind stets vorhanden; manchmal betreffen sie nur die Größe des Körpers oder seiner Teile, in anderen Fällen die Färbung, in anderen wieder die Form irgendeines Körperteils usw.; häufig bestehen kleine Unterschiede zugleich in den verschiedensten Eigenschaften. Heutzutage ist die Kenntnis dieser Erscheinung, die man als Variabilität bezeichnet, so allgemein geläufig, daß man kaum noch näher darauf einzugehen braucht. Sie ist die Grundlage der modernen Vererbungsforschung geworden. Für seine Zeit aber lenkte Darwin, der sich auf eingehende und umfangreiche Untersuchungen stützen konnte, damit den Blick auf ein ganz neues Gebiet. Es wurde für

ihn zum Ausgangspunkt seiner Erklärung der Stammesentwicklung. Freilich nicht allein; noch andere grundsätzliche Dinge traten hinzu.

Die Variabilität wird selbstverständlich auch bei den Haustieren und den Nutzpflanzen beobachtet. Bei diesen dient sie vielfach als Grundlage für die Züchtung bestimmter erwünschter Eigenschaften. Es ist sicherlich für die Anschauungen Darwins von großer Bedeutung gewesen, daß Tier- und Pflanzenzucht in England auf einer bedeutenden Höhe standen. Nach der allgemeinen Anschauung der damaligen Zeit, in der die wirklichen Vererbungsvorgänge noch völlig unbekannt waren, verdankte die Zucht ihre Erfolge der Häufung kleiner Abweichungen durch immer wiederholte Auslese in der gewünschten Richtung. Man dachte sich die Sache etwa folgendermaßen:

In der Herde eines Züchters treten vielleicht bei einigen wenigen Tieren als Ausdruck der Variabilität schwache Andeutungen von Eigenschaften auf, welche dem Besitzer aus irgendwelchen Gründen erwünscht erscheinen. Indem er nun die betreffenden Individuen aus der Herde ausliest und sie zur Nachzucht verwendet, hofft er unter den Nachkommen die betreffenden Eigentümlichkeiten in etwas stärkerem Maße zu erhalten. Treten nun bei ihnen die betreffenden Eigenschaften wieder auf, so wird die Auslese wiederholt und so fort alle folgenden Generationen hindurch, bis die für das Haustier oder die Nutzpflanze wertvollen Eigenschaften in dem gewünschten hohen Grade verwirklicht sind. Die praktische Zucht ging tatsächlich so vor und tut es heute noch vielfach.

Naturgemäß wird der Züchter nur solche Abweichungen auslesen, welche nach seiner oder der Käufer Ansicht einen Vorzug bedeuten. Er treibt also Zuchtwahl in bestimmter Richtung, und durch diese bewußte Zuchtwahl werden die zuerst nach allen möglichen Seiten in der Herde auftretenden Abweichungen in eine bestimmte Richtung, auf das gewünschte Züchtungsziel hingedrängt. Diese künstliche Zuchtwahl oder Selektion ist weiter einer der Ausgangspunkte für das Lehrgebäude Darwins geworden.

Als drittes Grundelement desselben kam hinzu die Anschauung von der Überproduktion an Lebewesen.

Wie die Beobachtung lehrt, erzeugen in der freien Natur sowohl Pflanzen wie Tiere viel mehr Nachkommen, als zur vollen Entwicklung und bis zur Geschlechtsreife kommen. Man denke nur an die ungeheure Zahl von Früchten, die ein einziger Baum hervorbringt, oder an die vielen Eier, welche von einem einzigen Fisch abgelegt werden. Aber doch nur wenige von jenen Samen und nicht allzu viele von diesen Eiern gedeihen derartig, daß sie wieder fortpflanzungsfähige Individuen liefern. Die meisten gehen früher oder später, bevor sie zur Vermehrung kommen, zugrunde. Beispiele ließen sich dafür leicht in großer Zahl anführen. Würden alle erzeugten Keime zur Entwicklung kommen, so müßte längst eine völlige Überbevölkerung der Erde eingetreten sein. Das gilt selbst dann, wenn ein Tierpaar nur wenige Junge zur Welt bringt. Würden sie alle am Leben bleiben und würden die Nachkommen dieser Jungen ebenso wieder in gleicher Weise gedeihen und sich vermehren, dann bliebe bald kein Platz mehr für andere Lebewesen übrig. Wenn wir von besonderen Fällen absehen, nimmt aber die Gesamtzahl der Lebewesen nicht merklich zu. Die Überproduktion wird also durch die Sterblichkeit der Nachkommen wieder wettgemacht. Gerade die Art und Weise nun, wie das geschehen soll, ist für die Lehre Darwins kennzeichnend.

Die Variabilität der Lebewesen ist nach Darwin zunächst durchaus richtungslos, d. h. die vorkommenden Abweichungen von der Grundform, insbesondere die hier allein wichtig werdenden Abweichungen der Nachkommen von den Eltern sind ganz beliebige. Es treten in einer genügend großen Zahl von Nachkommen alle überhaupt möglichen Abweichungen auf, wobei diese Abweichungen dem Maße nach nur gering zu sein pflegen. Diese Variabilität ist die Quelle für die Stammesentwicklung.

Die Abweichungen kommen im allgemeinen zufällig zustande, eben als Äußerung der allgemeinen Variabilität. Jedoch können auch äußere Umstände dafür verantwortlich

sein, wie das von Lamarck angenommen wurde. Auch die durch Gebrauch oder Nichtgebrauch eines Organs in Lamarckschem Sinne erworbenen Eigenschaften des Individuums können als Ausgang der Stammesentwicklung in Betracht kommen.

Darwin hat also zunächst noch die Erblichkeit der durch äußere Bedingungen hervorgerufenen neuen Eigenschaften stillschweigend mit in seine Lehre aufgenommen. Dieser Lamarckistische Einschlag trat aber immer mehr zurück, sowohl in den späteren Schriften Darwins selbst als auch vor allem in denen seiner Nachfolger. Als grundlegend für die Darwinistische Anschauung hat daher zu gelten das zufällige Auftreten aller möglichen Abweichungen bei den Nachkommen.

Nicht alle vorkommenden Abweicher oder Varianten bleiben aber erhalten.

Da eine Überproduktion von Lebewesen stattfindet, setzt ein scharfer Kampf ums Dasein ein. Nur diejenigen Individuen, die gut gerüstet sind, bleiben siegreich in diesem allgemeinen Kampfe aller gegen alle und können sich fortpflanzen; die anderen gehen zugrunde. Das Lebewesen hat diesen Kampf ums Dasein zu bestehen gegen die äußeren Bedingungen seiner Lebenslage wie Klima, Eigenschaften des Stand- und Wohnortes usw.; es hat ihn zu führen gegen seine natürlichen Feinde, die sich seiner als Beute bemächtigen wollen; es hat ihn aber auch zu bestehen als Konkurrenzkampf gegen die Artgenossen, die ihm durch Beanspruchung der gleichen Nahrungsquelle, des gleichen Wohn- und Standortes usw. die Existenz streitig machen.

Dieser Kampf ums Dasein schafft nun eine Auslese unter den zuviel erzeugten Lebewesen und bringt eine bestimmte Richtung in die zunächst nach allen Seiten hin ausschlagende Variabilität. Nur diejenigen Varianten, welche zufällig besonders günstig organisiert sind und Eigenschaften haben, durch die sie ihren Artgenossen um ein kleines im Kampf ums Dasein überlegen sind, bleiben erhalten, die anderen werden vernichtet. Nur die ersteren kommen zur Fortpflanzung und vererben ihre günstige Beschaffenheit

oder ihre neue günstige Eigenschaft auf die Nachkommen. Indem sich unter diesen die gleiche Auslese wiederholt, wird die neue Eigenschaft im Laufe vieler Generationen so gesteigert, daß nunmehr eine neue Art ins Leben getreten ist, welche sich weit von der Stammform entfernt hat. Da die Variabilität an sich richtungslos ist, werden der natürlichen Zuchtwahl, wie man die Auslese in dem Kampf ums Dasein nennt, die verschiedensten Möglichkeiten dargeboten. Mehr als eine Variante kann sich als existenztüchtig erweisen, und daher können aus einer Stammform mehrere verschiedene neue Arten hervorgehen.

Die Überproduktion an Lebewesen bringt es auch mit sich, daß diese neue Wohnsitze aufsuchen müssen und in Nachbargebiete eindringen, die bislang von gar keinem oder von anderen Lebewesen bewohnt waren. Sind unter ihnen solche Varianten, welche zufällig besonders passend für die neuen Existenzbedingungen beschaffen sind, so werden sie durch die natürliche Zuchtwahl weiterhin gefördert und passen sich durch die Auslese im Kampfe ums Dasein immer besser an die neuen Umgebungsbedingungen an. Ohne daß eine direkte Wirkung der Umwelt statthat, wird diese doch mittelbar an der Entstehung neuer Arten beteiligt, indem sie bestimmte Anforderungen stellt, welche nur von den zufällig geeignet organisierten Abweichern erfüllt werden können. Die Wirkung des Kampfes ums Dasein ist also das Überleben des Passendsten, das Zugrundegehen des nicht günstig Beschaffenen.

Der Kampf ums Dasein, der in der natürlichen Zuchtwahl die gleiche Rolle spielt, wie der menschliche Züchter in der künstlichen Zuchtwahl, schafft auf solche Weise nicht nur neue Mannigfaltigkeiten, sondern auch zweckmäßig ausgestaltete Lebewesen. Denn nur solche können den scharfen Kampf überstehen und ihre „zweckmäßigen" Eigenschaften auf die Nachkommen vererben. Jede auch noch so kleine günstige Abweichung kann zum Ausgangspunkt der Stammesentwicklung einer Art werden, denn durch immer wiederholte Auslese tritt Häufung ihrer Erbanlage und damit Steigerung der betreffenden Eigenschaft ein.

Da die Stammesentwicklung mit kleinen Abweichungen arbeitet und erst im Laufe zahlreicher Generationen in unabsehbar langen Zeiträumen durch Häufung solcher kleinen Abweichungen eine neue Art gebildet wird, geht die Stammesentwicklung ganz allmählich vor sich. Die jetzigen Arten sind durch zahlreiche kleinste Übergänge mit ihren weit zurückliegenden Vorfahren verbunden.

Die Wirkung der natürlichen Zuchtwahl im Darwinschen Sinne mag hier zunächst an einem Beispiel erläutert werden.

In der Darwinistischen Literatur nehmen die Ausführungen über Schutzfärbung und Mimikry einen breiten Raum ein, deswegen, weil an diesen beiden Erscheinungen die Grundsätze des Darwinismus sich am überzeugendsten klarmachen lassen. Wir wollen deswegen auch hier unsere Beispiele aus diesen Gebieten nehmen.

Von Schutzfärbung spricht man dann, wenn die Färbung oder Zeichnung eines Tieres derart mit der Umgebung übereinstimmt oder sich derart in dieselbe eingliedert, daß dieses Tier sich nur wenig von seiner Umgebung abhebt und jedenfalls für das menschliche Auge nur schwer zu erkennen ist. Nach der herrschenden Ansicht wird dadurch dem Tier ein erheblicher Schutz gegen seine Feinde zuteil. Für derartige Schutzfärbungen lassen sich leicht sehr zahlreiche Fälle anführen.

Bekannt ist, daß manche in den schneereichen nordischen Ländern und in der Schneeregion der Alpen lebende Tiere ein weißes Haar- oder Federkleid besitzen. Man braucht ja nur an den Eisbär, den Polarfuchs, den Schneehasen, die Schneeeule und andere zu erinnern. Auf einige Entfernung verschmelzen diese Tiere derart mit der Umgebung, daß sie nicht leicht wahrgenommen werden können. Die weiße Färbung schützt sie vor ihren Feinden oder verdeckt sie, soweit es Raubtiere sind, den Blicken ihrer Opfer.

Der Schneehase hat nur im Winter einen weißen Pelz, im Sommer ist er ähnlich wie unser Feldhase gefärbt. Diese bräunliche Wildfärbung erscheint dann in der veränderten Umgebung, etwa auf staubigem Boden oder im trockenen Grase, abermals als Schutzfärbung.

Es gibt noch mehr derartiger Tiere, welche in dieser Weise je nach der Jahreszeit eine besondere Färbung besitzen. Im Sommer herrscht in ihrem Haarkleid das Braun oder Grau vor, im Winter das reine Weiß. Erwähnt werden mögen nur noch das Schneehuhn und das Hermelin.

Schutzfärbung im obigen Sinne ist es auch, wenn viele Vögel, die am Boden brüten, eine vorwiegend braune und graue Zeichnung aufweisen, in welcher gelbe Striche und Flecke die Übereinstimmung mit dem Boden nur noch erhöhen. Es sei hingewiesen auf die wildlebenden Hühnervögel, die Schnepfen, die Lerchen usw. Auch unser Feldhase besitzt eine Schutzfärbung; er wird häufig genug, wenn er regungslos in seinem Lager liegt, selbst von einem geübteren Auge leicht übersehen.

Die Nachtschmetterlinge pflegen bei Tage mit zusammengelegten Flügeln an Baumstämmen, an Mauern und Steinen, zwischen trockenem Laub und an dergleichen Stellen zu sitzen. Die dabei dem Blicke frei dargebotene Oberfläche ihrer Flügel stimmt häufig so täuschend mit der Färbung und Zeichnung des Ruheplatzes überein, daß die Tiere selbst aus der Nähe nicht wahrgenommen werden. Kommen den Nachtschmetterlingen lebhafte Färbungen zu, so finden sie sich im allgemeinen auf den Unterflügeln, welche in der Ruhestellung von den Vorderflügeln vollständig überdeckt werden.

In der Aufzählung solcher Fälle könnte man lange fortfahren; ihre Zahl ist kaum zu erschöpfen.

Vielleicht auffallender noch, als bei der Schutzfärbung ist die anscheinende Schutzwirkung bei der sogenannten Mimikry.

Darunter versteht man die Erscheinung, daß manche Tiere, besonders viele wirbellose und unter diesen wieder die Insekten, in Form, Färbung und Haltung irgendwelchen leblosen Gegenständen oder Pflanzenteilen gleichen; oder daß solche Formen, welche eine beliebte Beute insektenfressender Tiere sind, mehr oder minder vollständig anderen Insekten ähneln, welche als ungenießbar, wie man annimmt, von den Verfolgern verschmäht werden. Die betreffenden

Tiere ahmen also gewissermaßen Gegenstände oder Pflanzenteile oder andere, durch Gifte oder widrige Stoffe geschützte Tiere nach. Auf diese Weise werden sie vor ihren Verfolgern

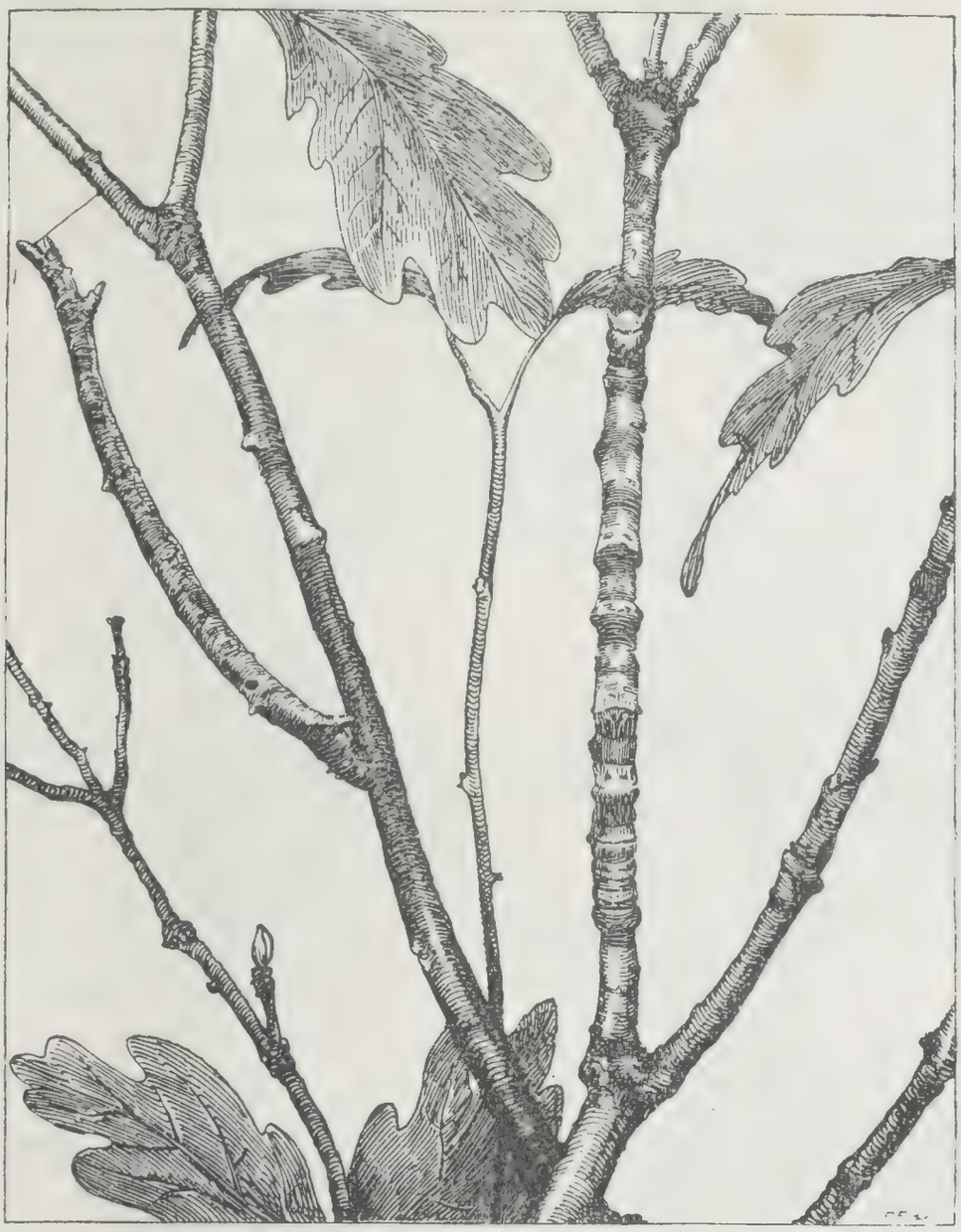


Fig. 27

Zwei Raupen einer auf Eiche lebenden Spannerart (*Ennomos autumnaria*) an einem Zweige ihrer Futterpflanze; die eine Raupe (links) in Starrstellung, das Vorderende durch einen feinen Gespinstfaden aufgehangen; die andere Raupe (rechts) der Länge nach auf einem Zweige sitzend

gesichert. Für eine solche „Nachahmung" hat sich seit Darwin der englische Ausdruck Mimikry allgemein eingebürgert. Einige Beispiele mögen auch diese Erscheinung erläutern.

Unter den Schmetterlingen gibt es eine Gruppe, welche als die Spanner bezeichnet werden. Diesen Namen führen

sie daher, daß ihre Raupen beim Kriechen Bewegungen ausführen ähnlich derjenigen, welche entsteht, wenn man mit Daumen und Zeigefinger schrittweise eine längere Strecke „abspannt". Werden derartige Raupen nun durch Erschütterungen oder sonstwie beunruhigt, so werden sie plötzlich ganz starr (Fig. 27). Sie halten sich nur mit dem Hinterende des Körpers fest, strecken sich gerade und verharren so unbeweglich. Ihre Färbung ist vielfach braun oder grau; die Beine sind nur kurz; die Haut öfters mit kleinen Warzen

Fig. 28
Verschiedene Arten des Blattschmetterlings (*Callima*); unten drei Tiere in Ruhestellung an einem Zweige sitzend

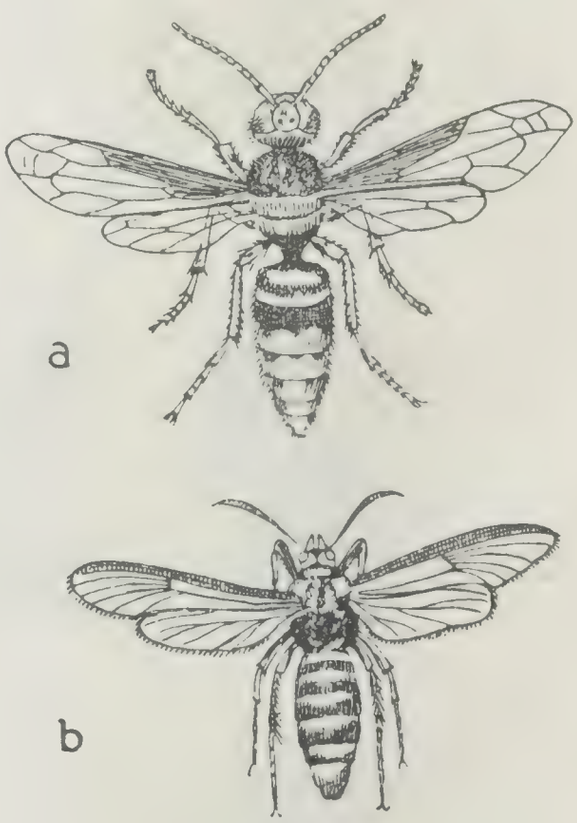


Fig. 29
Hornisse (a) und Hornissenschwärmer (b) (nach Schneider)

und Buckeln besetzt. Und wenn sie nun in jener starren Stellung an einem dünnen Zweige sitzen, erscheinen sie selbst wie ein solcher Zweig; der Kopf mit den angezogenen

Beinen ähnelt ganz außerordentlich einer braunen Knospe, die kleinen Buckeln und Warzen sehen aus wie Erhöhungen in der Rinde. Die Übereinstimmung mit den dünneren Zweigen der Futterpflanze ist häufig eine geradezu überraschende. Oft erkennt man erst, wenn ein solches Zweiglein sich zu bewegen beginnt, daß man sich getäuscht hat und daß es sich um eine lebende Raupe handelt.

Ein viel erwähntes Beispiel von Mimikry zeigt der sogenannte Blattschmetterling (*Callima*). Wenn dieser Tagfalter mit zusammengeklappten Flügeln an einem Pflanzen-

Fig. 30
Sogenannte Mimikry bei Schmetterlingen. a *Epeicopa polydora*, Vorbild; b *Papilio bootes* „Nachahmer" des erstgenannten Falters; beide Tiere aus Assam

stengel sitzt, gleicht er in staunenswertem Grade einem dürren Blatte, nicht nur in der Färbung, sondern auch in der Form. Selbst die Mittelrippen der Blätter sind angedeutet (Fig. 28). Die Oberseite der Flügel ist bei den meisten Arten lebhaft gefärbt; in der Ruhestellung ist aber nur die Unterseite zu sehen, und diese gewährt den geschilderten blattartigen Anblick. Die lebhaften Farben können dem Tiere also nicht zum Verräter werden.

Mimikry im engeren Sinne liegt dann vor, wenn ein Tier ein anderes in Gestalt und Färbung nachahmt. Solche Fälle sind namentlich in den verschiedensten Gruppen der Insekten nicht selten. Zunächst möge ein Beispiel aus unserer einheimischen Tierwelt hier Platz finden. Der Hornissenschwärmer (*Trochilium apiforme*, Fig. 29), dessen

Raupe im Holze der Pappel lebt, gleicht außerordentlich einer Hornisse. Seine Flügel sind nicht wie sonst bei den Schmetterlingen mit Schuppen bedeckt, sondern glasklar; sein Körper ist rötlich-gelb mit dunklen Ringen. Die Ähnlichkeit mit der wegen ihrer Stiche gefürchteten Hornisse ist tatsächlich sehr groß und selbst das geübte Auge kann zunächst dadurch getäuscht werden; die Beschaffenheit der Fühler verrät allerdings dem Kundigen sofort den Schmetterling.

Besonders unter den Schmetterlingen ist es nicht selten, daß zwischen verschiedenen Gattungen und Arten eine große

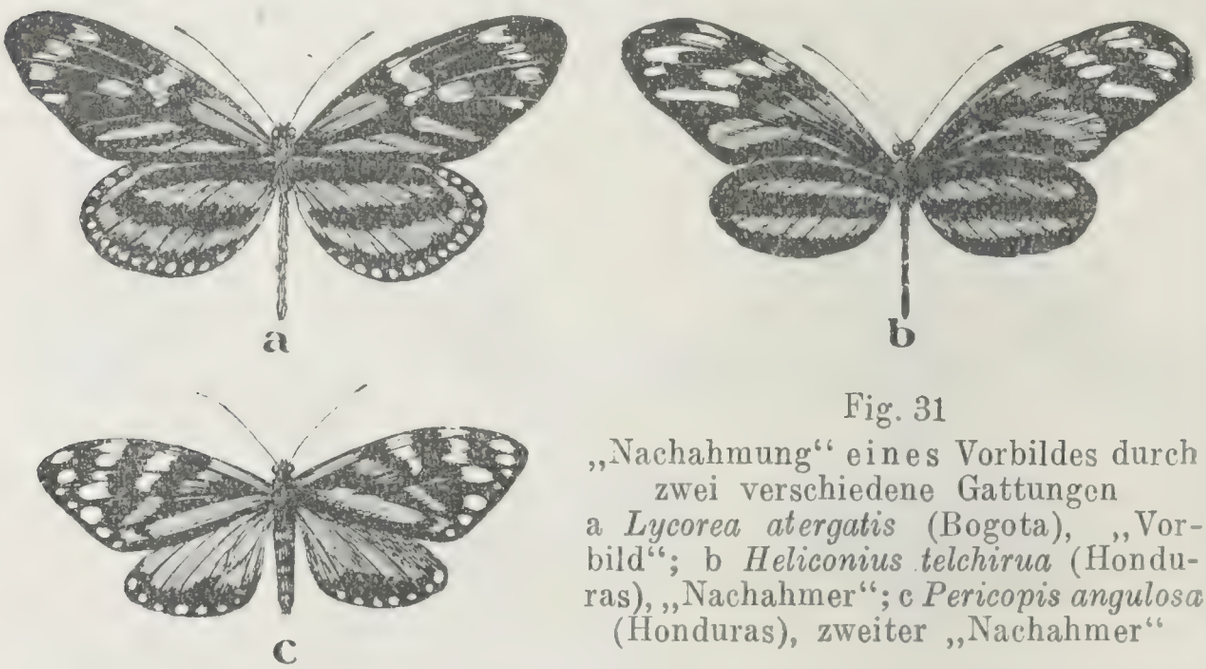


Fig. 31
„Nachahmung" eines Vorbildes durch zwei verschiedene Gattungen
a *Lycorea atergatis* (Bogota), „Vorbild"; b *Heliconius telchirua* (Honduras), „Nachahmer"; c *Pericopis angulosa* (Honduras), zweiter „Nachahmer"

Ähnlichkeit besteht. Dafür noch zwei Beispiele. Fig. 30 zeigt zwei verschiedene Gattungen aus Assam: Der links im Bilde dargestellte Falter gilt als ungenießbar und darum als geschützt; seine Färbung und Zeichnung wird täuschend von dem anderen, ungeschützten „nachgeahmt".

Es kommt auch vor, daß ein „Vorbild" mehrere verschiedene „Nachahmer" gefunden hat. Einen solchen Fall zeigt Fig. 31. Eine nähere Erläuterung dazu ist kaum notwendig.

Ursprünglich besaß nun nach Darwinistischer Auffassung keines der jetzt durch Schutzfärbung oder Mimikry gesicherten Tiere diese Schutzeinrichtung; aber unter ihren Vorfahren waren gelegentlich solche, welche infolge der nach

allen Seiten ausschlagenden Variabilität zufällig eine geringe Übereinstimmung mit der Färbung der Umgebung oder die schwache Andeutung einer Ähnlichkeit mit einem Blatt, einem Zweig oder einem anderen wenig gefährdeten Tier aufwiesen. Diese Varianten waren im Kampfe ums Dasein etwas günstiger gestellt als ihre Artgenossen, welche nicht in der Richtung einer schützenden Ähnlichkeit variierten. Sie hatten eine größere Aussicht, von den Feinden übersehen zu werden, und die Folge davon war, daß solche günstig variierenden Formen mehr Nachkommen erzeugten, als die anderen. Bei diesen Nachkommen wiederholte sich der gleiche Vorgang in allmählich gesteigertem Grade. Indem die weder durch Färbung noch durch Ähnlichkeit mit anderen Gegenständen oder Tieren geschützten Artgenossen von ihren Feinden leicht erkannt und vertilgt wurden, vererbten die durch Schutzfärbung oder immer deutlicher werdende Mimikry geschützten Individuen ihre günstige Beschaffenheit auf die Nachkommen. Die immer wiederholte Auslese, unterstützt von der ständig wiederkehrenden Variabilität, welche stets aufs neue neben ungünstig beschaffenen Varianten auch besonders günstige hervorbringt, züchtete so schließlich die überraschenden Farben- und Formzustände, die wir jetzt als vollkommene Schutzfärbung oder täuschende Mimikry bewundern.

Was hier von der Färbung gesagt wurde, gilt auch für alle anderen Einrichtungen, die dem Lebewesen im Kampfe um seine Existenz von Nutzen sind. Schließlich sind aber alle Eigenschaften den Lebewesen irgendwie von Nutzen, mögen es Eigenschaften der äußeren Erscheinung oder der inneren Organisation sein. So züchtete der Kampf ums Dasein alle die mannigfaltigen Arten, Gattungen, Familien usw., welche jetzt die Erde bevölkern.

Eine wesentliche Förderung erfuhr diese natürliche Züchtung durch die sogenannte Korrelation der Merkmale. Es ist eine bekannte Tatsache, daß gewisse Eigenschaften bei einem Tier, einer Pflanze stets gemeinsam vorzukommen pflegen. So gehört zu den Eigenschaften des englischen Rennpferdes nicht nur seine Schnelligkeit, sondern auch eine

Gruppe bestimmter körperlicher Merkmale, wie kleiner Kopf, langer Rumpf, dünne Beine. Die einzelnen Arten einer Gattung und die einzelnen Rassen einer Art unterscheiden sich voneinander durchweg durch mehr als ein Merkmal. Vergleicht man z. B. mehrere Taubenrassen mit einander, so ist bei den einzelnen Formen nicht nur der Schnabel verschieden, sondern oft auch die Ausbildung der Füße, die Gesamtgröße, die Art der Befiederung usw. Mit einer bestimmten Schnabelform scheint eine ganz bestimmte Ausbildung der Beine kombiniert zu sein. Der aufgeblasene Kropf des sogenannten Kröpfers ist mit schlanker Körperform und gewöhnlich auch mit „Hosen", also auch mit Beinbefiederung verbunden. Bei den Huhntauben wird das so charakteristische Äußere durch Verbindung einer ganzen Anzahl bestimmter Merkmale und Eigentümlichkeiten hergestellt.

Alle derartigen Erscheinungen beruhen letzten Endes darauf, daß die einzelnen Teile eines Organismus im engsten Zusammenhange stehen. Alle Organe sind aufeinander angewiesen und aufeinander abgestimmt. Wird das eine verändert, so müssen notgedrungen auch die anderen eine Abänderung erleiden. Und was für die lebenswichtigen Organe gilt, das gilt gleicherweise auch für alle anderen Eigenschaften. Alle Teile stehen eben in engster Wechselbeziehung oder Korrelation zueinander. Und wenn nun im Kampfe ums Dasein die zufällige Veränderung eines Teiles sich als nützlich erweist und infolgedessen weitergezüchtet wird, so werden zugleich Abänderungen anderer Organe mitgezüchtet, ohne daß diese unmittelbar irgendwelche Beziehungen zur Erhaltung der Art im Lebenskampfe zu haben brauchen. Es ist einleuchtend, daß so die Bildung neuer Rassen und Arten durch die natürliche Zuchtwahl erheblich beschleunigt und die Mannigfaltigkeit der so gezüchteten Arten bedeutend gesteigert werden muß.

Neben der natürlichen Zuchtwahl spielt nun für die Stammesentwicklung die sogenannte geschlechtliche Zuchtwahl eine erhebliche Rolle. Männliche und weibliche Individuen derselben Art unterscheiden sich häufig ganz erheblich in

ihrem Äußeren und in ihren sonstigen Eigenschaften. Häufig zeichnen sich die Männchen durch besondere Eigentümlichkeiten vor dem anderen Geschlechte aus. Entweder ist ihre äußere Erscheinung reicher und prächtiger, oder sie führen stärkere Waffen als das Weibchen oder beides ist bei ihnen vereinigt. Beim Vogel hat das Männchen durchweg ein farbenprächtigeres Gefieder; nur das Männchen verfügt bei Singvögeln über Gesang. Bei vielen Säugetieren ist das Haarkleid des Männchens ein reicheres; die Mähne des Löwen ist ein bekanntes Beispiel dafür. Bei unseren Hirschen und Rehen hat nur das männliche Tier ein Geweih; beim Wildschwein sind die Hauer des Keilers bedeutend länger und kräftiger als die der Bache. Überhaupt kommt im allgemeinen jedem Geschlecht eine ganz bestimmte Gruppe von Eigentümlichkeiten zu, die es spezifisch von dem anderen Geschlecht unterscheiden, ohne daß es sich um Dinge handelt, die direkt mit den Fortpflanzungsorganen in Verbindung stehen. Wenn diese Unterschiede nicht ständig augenfällig sind, so treten sie häufig zur Paarungszeit besonders auffallend hervor. Das ist zum Beispiel der Fall beim sogenannten Hochzeitskleid vieler Amphibien und Fische, deren Männchen zur Laichzeit sich durch eine auffallende Farbenpracht auszeichnen. Zu den fraglichen Erscheinungen gehört alles, was man als sogenannte sekundäre Geschlechtsmerkmale zusammenzufassen pflegt.

Wie sind nun diese auffallenden Unterschiede der beiden Geschlechter entstanden? Nach der darwinistischen Anschauung sind sie durch die geschlechtliche Zuchtwahl allmählich herangebildet worden.

Bei manchen Tieren fechten die Männchen während der Paarungszeit heftige Kämpfe miteinander aus. Allgemein bekannt sind die Brunstkämpfe der Hirsche, aber auch in anderen Tiergruppen kommt solches vor. Dasjenige Männchen nun, das über größere Körperkraft oder über stärkere Waffen (Hörner, Geweih, Hauer, Krallen) verfügt, wird im allgemeinen den Nebenbuhler aus dem Felde schlagen. Es kann infolgedessen seine besonderen Eigenschaften auf die Nachkommen vererben und, da in allen folgenden Genera-

tionen sich diese Auslese wiederholt, werden schließlich im männlichen Geschlecht besondere Waffen und Eigentümlichkeiten gezüchtet, die ihren Ursprung in zufälligen geringen Andeutungen solcher haben.

Das Vogelmännchen zeigt im Balzspiel sein prächtiges Gefieder, es läßt zur Paarungszeit seinen Gesang ertönen und im Wettbewerb um die Weibchen obsiegt dasjenige Männchen, dessen Gefieder und Stimme sich vor den anderen hervortuen. Immer wiederholte Bevorzugung durch die Weibchen züchtete so nicht nur beim Vogel, sondern bei allen Lebewesen die zahlreichen sekundären Geschlechtseigentümlichkeiten des Männchens.

Umgekehrt hat aber auch das weibliche Geschlecht derartige Eigentümlichkeiten, die durch Auswahl von seiten der Männchen herangezüchtet worden sind. Diejenigen Weibchen werden bei der Paarung bevorzugt, welche die betreffenden Eigenschaften in ausgeprägterem Maße besitzen, als ihre Artgenossinnen. In diesem Falle also wirkten die Männchen als Züchter.

Auch für den Menschen trifft nach den darwinistischen Anschauungen die Wirksamkeit der geschlechtlichen Zuchtwahl zu. Durch bewußte Bevorzugung bestimmter Eigentümlichkeiten bei der Gattenwahl sind die spezifischen Unterschiede der beiden Geschlechter herangezüchtet worden. Indem bei dem einen Volksstamme diese, bei dem anderen jene Eigenschaften als Vorzüge angesehen wurden, sind auch manche Rasseneigentümlichkeiten auf diesem Wege entstanden.

Wo natürliche und geschlechtliche Zuchtwahl in Konkurrenz geraten, wird diejenige Auslese auf die Dauer wirksam, welche für die Erhaltung der Art als die günstigste erscheint. So kommt es, daß die geschlechtliche Zuchtwahl bei den Vögeln im allgemeinen wohl dem Männchen ein farbenprächtiges Gefieder schuf, nicht aber dem Weibchen; denn für dieses ist es im Kampfe ums Dasein wichtiger, wenn es durch eine unscheinbare Färbung beim Brutgeschäfte geschützt wird. Ein auf dem Nest sitzendes buntes Weibchen würde zu leicht von seinen Feinden bemerkt werden, und

darum würde, selbst wenn die geschlechtliche Zuchtwahl auf die Erzeugung eines weiblichen Prachtgefieders hinarbeiten sollte, dieses durch die natürliche Auslese wieder ausgemerzt werden.

Im vorstehenden haben wir den Hauptinhalt der älteren Zuchtwahllehre kennen gelernt, wie sie namentlich von Darwin selbst vertreten wurde. Es kann nicht geleugnet werden, daß sie auf den ersten Blick bestechend wirkt. Bei näherem Zusehen erweist es sich aber, daß selbst dann, wenn man im allgemeinen die Anschauungen Darwins annimmt, doch gewisse Mängel darin enthalten sind. Infolgedessen machte der Darwinismus im Laufe der Jahre gewisse Wandlungen durch, welche zur Entstehung des sogenannten Neu-Darwinismus führten. Mit diesem müssen wir uns nun zunächst noch etwas beschäftigen.

2. Der Neu-Darwinismus

Darwin selbst stellte zunächst die Zuchtwahl noch nicht als alleiniges Mittel der Stammesentwicklung hin, sondern bei ihm finden sich, wie das schon betont wurde, Lamarckistische Gedankengänge, nach denen die Lebewesen im individuellen Leben durch äußere Einflüsse Eigenschaften erwerben können, welche sie auf ihre Nachkommen übertragen. Mehr und mehr aber machte sich in der Folge die Verallgemeinerung der Anschauung von der alleinigen Wirkung der Zuchtwahl geltend. Die Lamarckistischen Bestandteile der älteren Fassung wurden immer mehr zurückgedrängt und schließlich, namentlich unter dem Einflusse Weismanns, vollständig aufgegeben. Weismann prägte das Wort von der „Allmacht der Naturzüchtung". Nur die Auslese im Kampfe ums Dasein gilt noch als einziges und allgemein-gültiges Mittel für Entwicklung und Fortschritt. Diese Anschauungen, welche zunächst nur für die Stammesentwicklung aufgestellt waren, wurden vielfach auf Verhältnisse der menschlichen Gesellschaft übertragen. Auch für die Entwicklung und den Fortschritt in dieser sollte nach der Ansicht vieler Darwinisten lediglich die rücksichtslose Auslese durch den Existenzkampf Wirksamkeit und Bedeutung haben. So konnte es kommen,

daß einzelne Fanatiker Seuchen, Alkoholmißbrauch und Wohnungselend als Bundesgenossen für die Höherentwicklung der menschlichen Rassen begrüßten und jede Art sozialer Fürsorge, ja auch die Tätigkeit des Arztes als hinderlich für die Weiterentwicklung und Höherzüchtung der Menschheit ansahen. Wenn es sich, wie gesagt, dabei auch nur um Ansichten gewisser Fanatiker handelt, so geht doch daraus hervor, daß die zunächst für ein rein naturwissenschaftliches Gebiet aufgebaute Lehre eine weit über diesen Rahmen hinausgehende Bedeutung gewonnen hat.

Wohl eine ganze Reihe von Gründen hat dazu geführt, die natürliche Auslese als allgemeines und einzigstes Mittel der Stammesentwicklung hinzustellen.

Einer dieser Gründe war sicher die Schwierigkeit, sich das Erblichwerden erworbener Eigenschaften vorzustellen oder gar direkt durch Versuche nachzuweisen. Darwin selbst stellte zwar in dieser Hinsicht Überlegungen an, doch konnten sie nicht befriedigen, da sie der tatsächlichen Grundlage entbehrten.

Dann mußte aber auch ein Grund für die Variabilität der Lebewesen gefunden werden. Darwin hatte sie als etwas Gegebenes hingenommen, aber auf die Dauer mußte doch die Frage nach ihrer Ursache gestellt werden.

Vor allem aber bedurfte der Darwinismus eines Unterbaues durch eine Vererbungslehre. Zu Darwins Zeiten lag die Vererbungsforschung noch sehr im Argen. Zwar wurde schon damals durch die genialen Versuche Gregor Mendels der Grund gelegt zur erfolgreichen Bearbeitung dieses Gebietes, aber diese Versuche fanden keine Beachtung, bis erst im Jahre 1900, lange nach dem Tode Mendels, die Blicke der ganzen Biologie auf sie hingelenkt wurden. Es ist aber einleuchtend, daß vorher schon der Versuch gemacht werden mußte, soweit als möglich Anschauungen über die Vererbung zu gewinnen, welche als Grundlage einer Stammesentwicklung betrachtet werden konnten.

Aus derartigen und anderen Erwägungen, bewußt und unbewußt, entstand der Neu-Darwinismus, dessen Grundlagen vor allem von August Weismann gelegt wurden, der

in scharfsinniger Gedankenarbeit ein Lehrgebäude aufführte, das den oben gestellten Forderungen zu entsprechen schien.

Um den Neu-Darwinismus verstehen zu können, müssen wir zunächst einige Vorbemerkungen machen.

Jeder Organismus bildet sich aus einer befruchteten Eizelle. Eine solche ist nichts anderes als das Vereinigungsprodukt einer weiblichen mit einer männlichen Fortpflanzungszelle. Diese Zellen enthalten die Erbanlagen, welche von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden. In der Sprache Weismanns bezeichnet man die ganze Summe dieser Erbanlagen als Keimplasma.

Das Keimplasma besteht aus einer ungeheuer großen Anzahl einzelner Anlagen oder Determinanten. Jede Anlage oder Determinante bestimmt eine einzelne Eigenschaft an dem sich entwickelnden Individuum. Und zwar gibt es nicht nur Determinanten für jede äußere Eigenschaft, sondern auch für jedes innere Organ, für jeden Teil eines solchen, für alle einzelnen Gewebe und Zellen des fertigen Organismus. Diese ungeheure Zahl von Anlagen, welche als kleinste, bestimmt umgrenzte Teilchen des Keimplasmas gedacht werden, sind zunächst in der Eizelle in einem sehr komplizierten Gefüge enthalten. Wenn nun die Entwicklung einsetzt, dann teilt sich die eine Eizelle in zwei, vier und immer mehr Zellen, bis die große Zellenzahl des fertigen Lebewesens erreicht ist. Dabei bekommt jede Zelle einen Teil des Keimplasmas, und zwar denjenigen, der bestimmend ist für die Organteile, welche später aus dieser Zelle hervorgehen. Das ganze Keimplasma wird also im Laufe der Embryonalentwicklung aufgeteilt; jede Zelle erhält einen anderen Anteil, und schließlich ist das ganze Keimplasma auf diese Weise in seine einzelnen Determinanten zerlegt. Jede Zelle hat davon einige mitbekommen, aber so, daß die verschiedenen Zellsorten auch verschiedene Determinanten haben. Die Determinanten leiten dabei die Ausbildung der einzelnen Zellen, Gewebe und Organe.

Alle Eigenschaften des Körpers sind durch die Determinanten in der Eizelle vorgebildet. Die Embryonalentwicklung ist nur ein Auseinanderlegen, eine Entfaltung (Evo-

lution) der im Ei verborgenen Anlagen. Die Embryonalentwicklung beruht so gewissermaßen auf dem Spiel eines verwickelten Automaten. Dieser Automat ist zusammengesetzt aus den im Keimplasma zusammengepackten Determinanten. Ihre ungleiche Verteilung auf die einzelnen Zellen und damit auf die einzelnen Organe ist ein lediglich chemisch-physikalischer Vorgang.

Wenn nun aber das ererbte Keimplasma aufgeteilt wird, woher beziehen dann die Nachkommen ihr Keimplasma? Nach der Lehre Weismanns erben einige von der Eizelle abstammende Zellen das volle, ungekürzte Keimplasma. Auch diese Zellen vermehren sich, werden aber nicht zu Gewebszellen des Körpers und bauen nicht irgend ein Organ auf, sondern bleiben ziemlich unverändert erhalten. Sie geraten in die Keimdrüsen und sind schließlich nichts anderes als die Fortpflanzungszellen des neuen Individuums. Die Zellfolge, in welcher diese Fortpflanzungszellen von der befruchteten Eizelle abstammen, nennt man die Keimbahn. In den Zellgenerationen der Keimbahn besitzen also alle Glieder das ganze Keimplasma; in den Zellen, welche die Körperteile liefern, ist nur ein für das betreffende Organ spezifischer Teil enthalten. Dazu kommt allerdings noch ein Reserve-Keimplasma, dessen Annahme notwendig wird, um die Erscheinungen der Regeneration zu erklären; auf dieses brauchen wir hier zunächst keine Rücksicht zu nehmen.

Der Körper umgibt die Zellen der Keimbahn, welche man schließlich in den Keimdrüsen antrifft, gewissermaßen nur als ein Mantel. Er ist nur der Träger des vollen Keimplasmas der Fortpflanzungszellen. Diese geben es in gleicher Weise weiter an die nächste Generation. Das Verhältnis des Körpers (des sogenannten Soma) zur Keimbahn und den Fortpflanzungszellen wird vielleicht am besten verständlich durch beistehendes Schema (Fig. 32). Keimplasma und Körper stehen in einem gewissen Gegensatz zueinander. Die im individuellen Leben den Körper zusammensetzenden Organe (das Soma) haben mit dem Keimplasma der Keimbahn nichts zu schaffen. Dieses führt gewissermaßen ein Sonderdasein im Soma; es zieht sich unverändert durch alle Gene-

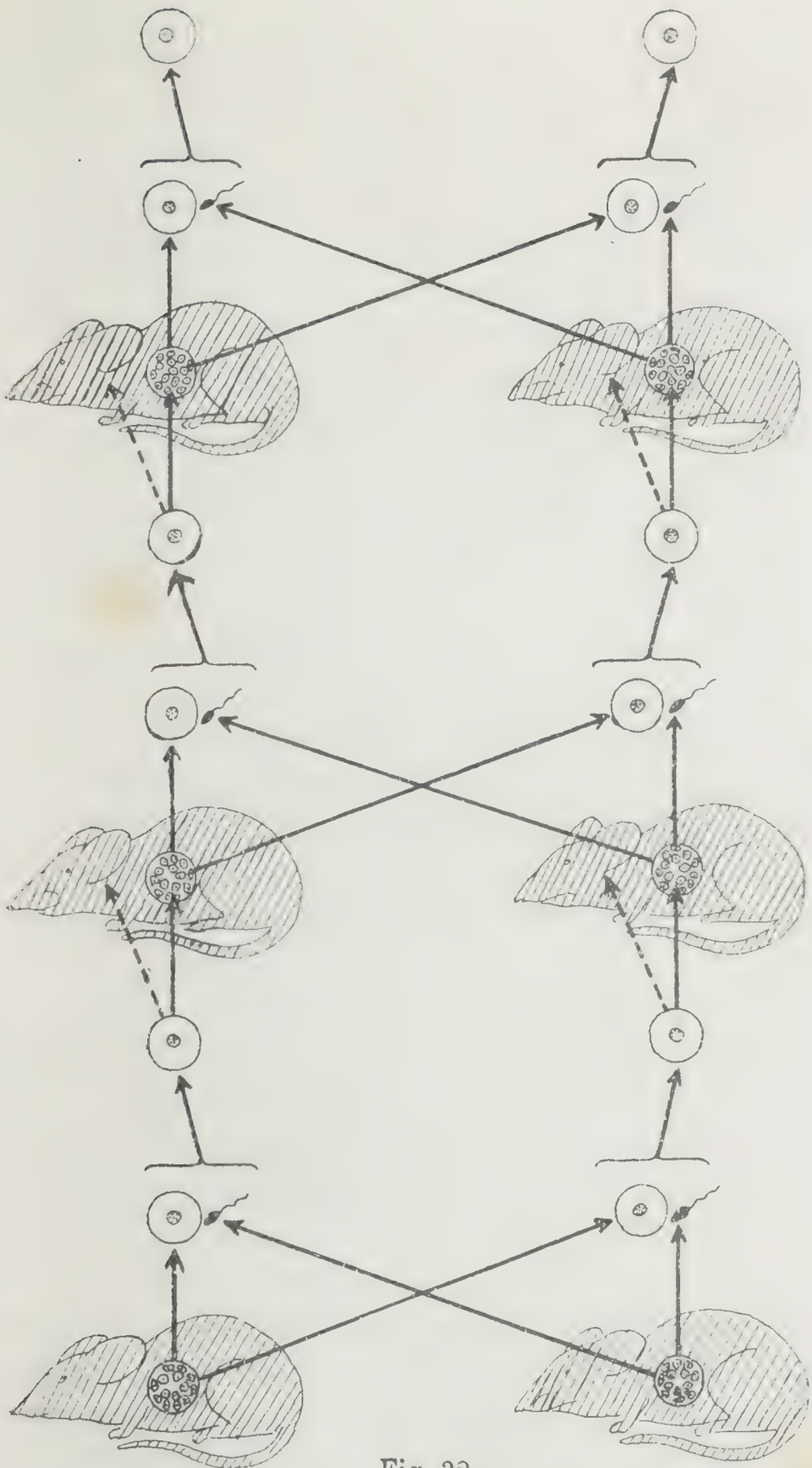


Fig. 32

Schematische Darstellung des Verhältnisses von Keimbahn und Soma. Die durch alle Generationen sich hindurchziehende Keimbahn ist versinnbildlicht durch verschiedene Stadien der Keimzellen, die durch ausgezogene Pfeillinien miteinander verbunden sind: Keimdrüse, Ei und Spermium, befruchtetes Ei, männliche bzw. weibliche Keimdrüse, Ei und Spermium, befruchtetes Ei usw. In jeder Generation zweigt von dieser Keimbahn das Soma ab (punktierter Pfeil), das keine Fortsetzung findet

rationen hindurch. Was im Soma vor sich geht, berührt das Keimplasma nicht. Deswegen sind auch alle Veränderungen und Einflüsse, welche den Körper treffen, ohne Bedeutung für das Keimplasma in den Fortpflanzungszellen. Die Nachkommen erben auch nicht eigentlich die Eigenschaften der Eltern, sondern nur ihr Keimplasma, das sich dann wieder einen Träger und Ernährer baut, eben den Körper der Nachkommen und so fort.

Das ist in großen Zügen das Bild, das wir uns nach der Weismannschen Keimplasmalehre von den Grundvorgängen der Vererbung und Embryonalentwicklung zu machen haben. Es liefert zugleich den Ausgangspunkt für seine Erklärung der Stammesentwicklung. Denn diese ist ja nichts anderes als die aneinander gereihte Kette der einzelnen Embryonalentwicklungen der aufeinanderfolgenden Generationen.

Wie der ältere Darwinismus geht auch seine jüngere Form aus von der Variation der Lebewesen. Aber nicht die Variabilität der äußeren Gestalt und der sichtbaren Eigenschaften ist von Bedeutung, sondern nur die Variation des Keimplasmas. Wenn zwischen den artgleichen Lebewesen und vor allem zwischen Eltern und Kindern kleine Abweichungen auftreten, so haben sie ihren Grund entweder in äußeren Einflüssen oder in kleinen Veränderungen der Determinanten. Schwankungen der Determinanten wirken sich aus in veränderten äußeren Eigenschaften der Nachkommen. Nur die auf der Variabilität des Keimplasmas beruhenden Abweichungen sind erblich. Denn die durch äußere Bedingungen hervorgerufenen besitzen keinen Einfluß auf das Keimplasma der Fortpflanzungszellen. Unter den so durch Keimplasmavariation bedingten Unterschieden der Nachkommen sind auch stets solche, welche den Besitzer etwas günstiger stellen im Kampfe ums Dasein als seine Artgenossen, und diese bleiben bei der Auslese erhalten. Aber in Wirklichkeit werden nicht die äußeren Eigenschaften ausgelesen und weitergezüchtet, sondern diejenigen Determinanten, welche günstigere äußere Eigenschaften erzeugen. Die günstige Körperbeschaffenheit ist lediglich der äußerliche Angriffspunkt für die natürliche Auslese. Diejenigen Individuen,

welche ungünstige Körpereigenschaften haben, besitzen, wenn diese Eigentümlichkeiten erblich sind, ein ungünstiges Keimplasma; es wird durch Vernichtung des Körpers ausgemerzt. Diejenigen aber, denen erbliche günstige Körperbeschaffenheit zukommt, haben auch ein vorteilhaftes Keimplasma. Da nun ihr Körper den Kampf ums Dasein gut besteht, bleibt dieses günstige Keimplasma erhalten, wird durch weitere Variation in seiner günstigen Beschaffenheit gesteigert und liefert so allmählich die Mannigfaltigkeit der Arten und ihre zweckmäßige Organisation.

Die Ursachen für die Variation des Keimplasmas sind vor allem zweierlei Art. Dadurch, daß immer zwei Keimplasmaportionen bei der Befruchtung gemischt werden, entstehen bei der allgemeinen Variabilität der Keimplasmen fortwährend neue mannigfaltige Mischungen. Die Befruchtung ist also ein Mittel, welches neue Mannigfaltigkeiten schafft. Das Keimplasma ist aber auch empfänglich für äußere Einflüsse; nur müssen sie direkt auf die Fortpflanzungszellen wirken, nicht erst auf den Körper. Denn von diesem gibt es keinen vermittelnden Weg zu den Keimzellen. Als solche äußeren Einflüsse kommen vor allem in Betracht die einzelnen Bedingungen des Klimas, denen die Fortpflanzungszellen unmittelbar ausgesetzt sind. Eine direkte Erzeugung zweckmäßiger Beschaffenheit durch äußere Einwirkung kommt aber nicht in Frage; diese muß erst durch die natürliche Zuchtwahl aus den vielen, nach allen Seiten hin entstehenden Abänderungen ausgelesen werden. Vielfach sind für die Variationen des Keimplasmas keine besonderen Ursachen erkennbar; man spricht dann von spontaner Variation. Wir haben oben in den Mutanten solche spontanen Variationen kennengelernt.

Hier möge aber gleich bemerkt werden, daß man sich davor hüten muß, eine spontane Veränderung als eine ursachenlose anzusehen, welche „von selbst" entsteht. „Von selbst" entsteht in der Natur nichts. Unter spontaner Variation darf man also nur eine solche verstehen, deren Urachen nicht erkennbar sind, weil sie in inneren, nicht näher bekannten Tatsachen bestehen.

Die von Lamarck angenommene Vererbung erworbener Eigenschaften gibt es nicht, weil die Abänderungen des Somas, mögen sie auch noch so günstig sein, die Beschaffenheit des Keimplasmas nicht verändern. Durch diese Stellungnahme wird anscheinend die Schwierigkeit der Vererbungsverhältnisse beseitigt, welche der ältere Darwinismus noch nicht zu lösen verstand.

Die Zuchtwahl auf Grund zufälliger Abweichungen ist das alleinige Mittel der Stammesentwicklung. Die Allmacht der Naturzüchtung scheint durch die Weismannsche Auffassung gesichert. Was dem älteren Darwinismus fehlte, ist für den neueren erreicht, nämlich die Stammesentwicklung in Verbindung zu bringen mit den Vererbungsvorgängen, welche lediglich in der lückenlosen Übertragung des Keimplasmas von Generation zu Generation bestehen. Die Entwicklung des Individuums ist ein chemisch-physikalischer Vorgang und der gleiche Charakter kommt daher der Stammesentwicklung zu, da sie die Kette der einzelnen Individualentwicklungen ist. In der Embryonalentwicklung arbeitet das Keimplasma und der Organismus wie ein Automat oder wie eine Maschine, und das gleiche trifft daher für die Stammesentwicklung zu*).

Das ganze Erklärungssystem Weismanns zeichnet sich durch eine vollendete Einheitlichkeit aus und hat zugleich den Vorzug, außerordentlich einleuchtend zu sein. Wohl keiner kann sich bei der ersten Bekanntschaft damit eines starken Eindruckes erwehren. Zwar wurden im Laufe der Jahre einige Zusätze nötig, da neue Tatsachen bekannt wurden, welche nicht ohne weiteres durch die hier geschilderten Grundgedanken zu erklären sind. Aber an Überzeugungskraft für weitere Kreise hat der Neudarwinismus dadurch nicht viel eingebüßt.

*) Was in diesem Zusammenhange unter „chemisch“ und „physikalisch“ zu verstehen ist, das ergibt sich aus dem, was diesen Begriffen im landläufigen Sinne zugrunde liegt, nämlich die Ergebnisse und Anschauungen, welche durch Untersuchung nichtorganismischer Zustände und Vorgänge, also toter Objekte, ermittelt wurden. Das ist, um Mißverständnisse zu vermeiden, auch sonst zu beachten, wenn von chemisch-physikalischen Vorgängen die Rede ist.

Der Umstand jedoch, daß eine Ansicht allgemein einleuchtend und verständlich ist, beweist auf naturwissenschaftlichem Gebiete noch nicht, daß sie auch der Wirklichkeit entspricht, und darum haben wir jetzt in eine Prüfung einzutreten, ob der Darwinismus wirklich in den Naturtatsachen begründet ist, d. h. aus den Tatsachen gefolgert werden muß. Wenn wir nun zu seiner Kritik übergehen, so haben wir zunächst die auch in den Neu-Darwinismus übernommenen Anschauungen des älteren Darwinismus zu besprechen und uns dann mit den Besonderheiten des ersteren zu beschäftigen.

II. Kritik des Darwinismus

Man kann von verschiedenen Seiten her die Kritik des Darwinismus beginnen. Wir wollen so vorgehen, daß wir zunächst seine Methode einer kurzen Besprechung unterziehen und dann die einzelnen Bestandteile seines sachlichen Inhaltes auf ihre Stichhaltigkeit prüfen. Als Grundbestandteil des Darwinismus kommen in Betracht der Kampf ums Dasein, die natürliche und die geschlechtliche Zuchtwahl, der Ablauf der Embryonalentwicklung als reine Entfaltung vorgebildeter Anlagen und der Gegensatz von Soma und Keimbahn.

a) Die Methode des Darwinismus

Auf die Kritik der Methode kann hier nur in großen Zügen eingegangen werden. Nicht als ob die Methode etwas Nebensächliches sei, im Gegenteil; eine naturwissenschaftliche Anschauung steht und fällt mit der Methode, durch welche sie gewonnen wurde. Eine eingehende Darstellung aber würde uns zu sehr in rein begriffliche Gebiete führen, und die für weitere Kreise bestimmten Ausführungen würden an Allgemeinverständlichkeit einbüßen. Im übrigen sind auch für viele wohl die sachlichen Darlegungen von größerer Überzeugungskraft als die rein methodologischen.

Im allgemeinen ist die Anschauung verbreitet und in der darwinistischen Literatur wird sie allenthalben vertreten, daß

der Darwinismus eine Theorie sei, mit anderen Worten, daß er aus der Naturtatsachen mit zwingender Notwendigkeit gefolgert werden müsse. Demgegenüber ist zu sagen, daß er keine Theorie, sondern eine Hypothese ist.

Unter Theorie eines Gebietes verstehen wir die kurze Zusammenfassung alles dessen, was den Einzeltatsachen dieses Gebietes gemeinsam ist, was ferner zugleich als das Wesentliche aller dieser Tatsachen erscheint und wodurch endlich die vielen Einzelheiten des betreffenden Gebietes zu einer Einheit vereinigt werden. Angestrebt wird dabei nach Möglichkeit, daß diese Vereinigung durch Berücksichtigung der Ursachen der Einzelerscheinungen ausgedrückt wird. Nur eine solche Begriffsbestimmung entspricht den Anforderungen, welche man auf naturwissenschaftlichem Gebiete an eine Theorie stellen muß. Eine Theorie kann erst gebildet werden, wenn alle oder doch wenigstens sehr zahlreiche Tatsachen eines Gebietes bekannt sind. Die Theorie geht der Tatsachenforschung nicht vorauf, sondern ist erst die Folgerung aus dieser.

Eine Hypothese dagegen ist etwas ganz anderes; sie ist lediglich eine Annahme, um die Erscheinungen eines Gebietes, welches man noch nicht mit Sicherheit durchschaut, zu erklären. Sie geht also der Kenntnis der einzelnen Zusammenhänge voraus und hat nur die Forderung zu erfüllen, daß sie mit den wenigen bekannten Tatsachen nicht im Widerspruche steht und im übrigen denkmöglich ist, d. h. keine inneren, logischen Widersprüche aufweist. Ob die in der Hypothese ausgesprochene Anschauung der Naturwirklichkeit entspricht, läßt sich von vornherein nicht mit Sicherheit sagen. Viele Hypothesen beruhen auf einer vorgefaßten Meinung, mit der man an die Tatsachen herantritt. Um eine Hypothese wahrscheinlich zu machen, pflegt man Tatsachen zu suchen, welche sich mit ihr vereinbaren lassen. Solche sind wohl stets zu finden, wenn die Hypothese nicht geradezu unsinnig ist. Es ist aber durchaus nicht zutreffend, daß nun durch Beibringen vieler solcher Tatsachen eine Hypothese zu einer Theorie wird. Eine solche ist vielmehr stets von neuem nachträglich aus vorurteilsfreier Betrachtung der Tatsachen

zu folgern. Sie kann mit der ursprünglichen Hypothese übereinstimmen, dann war eben die vorgefaßte Erklärung richtig. Ergeben sich aber aus den Tatsachen, die ganz unabhängig von der schon vorher gebildeten Hypothese zu betrachten sind, nicht mit zwingender Notwendigkeit Folgerungen, welche dem Inhalt der Hypothese gleich sind, dann kann man sicher sein, daß die Hypothese höchstens eine vorläufige Stellungnahme bedeutet, um gewissermaßen zunächst mal einen Ruhepunkt zu haben, von dem aus die Forschung weiter betrieben werden kann.

Die Aufgabe der Naturwissenschaft besteht darin, durch Verarbeitung der Tatsachen Theorien der einzelnen Gebiete zu bilden. Nur das entspricht ihrer Methode, welche aus den vielen Einzelheiten das Allgemeingültige abzuleiten hat (Induktion). Wer lediglich durch Hypothesen die Natur erklären will, befolgt keine naturwissenschaftliche, sondern eine philosophische Methode. Er nimmt das Allgemeingültige vorweg und sucht nun die Einzelheiten und insbesondere die Tatsachen in dieser allgemeinen Anschauung unterzubringen oder, wie man vielfach sagt, durch sie zu erklären (Deduktion). Nicht nur in der populären, sondern auch in der wissenschaftlichen Literatur herrscht vielfach eine unglaubliche Begriffsverwirrung. Selten werden Theorie und Hypothese auseinandergehalten. Meist werden die Hypothesen als Theorien bezeichnet. Dieser Verwirrung ist es zu danken, daß in weiten Kreisen die Vorstellung von dem Unterschiede naturwissenschaftlicher und philosophischer Methode gänzlich geschwunden ist. Es kann nicht streng genug gefordert werden, daß hier ein Wandel eintritt.

Was nun den Darwinismus anbetrifft, so ist er, wie schon wiederholt betont wurde, lediglich eine Hypothese. Denn die Methode seiner Beweisführung ist durchaus eine deduktive. Die Anschauung von der artbildenden Wirkung der natürlichen Zuchtwahl ist keine zwangläufige Folgerung aus den Gesamttatsachen, sondern sie wird von vornherein als Erklärungsgrundsatz angenommen. Dann erst werden Tatsachen beigebracht, welche sich mit dieser Anschauung vereinbaren lassen. Diese deduktive Methode hat Darwin selbst an-

gewandt, und sie findet sich auch bei allen seinen Nachfolgern. Darwin war ohne allen Zweifel bei der Aufstellung seiner Hypothese stark beeinflußt von den volkswirtschaftlichen Gedankengängen seiner Zeit, vor allem von den Ansichten des bekannten Malthus. In dessen Werken spielt die Anschauung von der Überproduktion an Menschen, von der mit dieser Zunahme nicht schritthaltenden Vermehrung der Nahrungsmenge und von dem damit im Zusammenhange stehenden Kampf ums Dasein mit seiner Auslese eine bedeutsame Rolle. Derartige Gedanken wurden von Darwin auf die Stammesentwicklung übertragen; er selbst weist wiederholt auf die Malthusschen Gedankengänge für die Erklärung der Stammesentwicklung hin. Methodisch gleichbedeutend ist es, wenn Weismann, um seinen eigenen Ausdruck zu gebrauchen, „die Tatsachen in die Sprache des Keimplasmas übersetzt", d. h. sie im Sinne des Neu-Darwinismus deutet. Aber damit ist der Forderung der naturwissenschaftlichen Methodik nicht genügt. Denn diese verlangt, daß ihre theoretischen Ergebnisse nicht der Tatsachenforschung vorausgehen, sondern erst aus dieser gefolgert werden. Das trifft also für den Darwinismus nicht zu, weder bei seiner Aufstellung durch Darwin noch bei seiner Weiterbildung durch Weismann und andere. Daß sein Inhalt denkmöglich ist, besagt noch nicht, daß er auch in der Natur verwirklicht ist.

Der Hypothesencharakter des Darwinismus muß mit Nachdruck hervorgehoben werden. Die in allen darwinistischen Schriften wiederkehrende deduktive Methode wird ihn auch nie zu einer Theorie machen können.

Aber die Schwäche des Darwinismus auf methodischem Gebiete liegt nicht nur darin. Er wird methodisch völlig unhaltbar dadurch, daß er Werturteile in die naturwissenschaftliche Betrachtung einführt und diese Werturteile zur Grundlage des ganzen Lehrgebäudes macht. Das Wesen der naturwissenschaftlichen Forschung verlangt vor allem, daß, soweit es überhaupt möglich ist, von den subjektiven Anschauungen des Forschers abgesehen wird, daß alle Feststellungen und Folgerungen möglichst sachlich nur in den

nüchtern festgestellten Tatsachen begründet sein sollen; daß sie mit anderen Worten objektiv sind. Der Darwinismus widerspricht aber diesem allgemein anerkannten Grundsatz ganz und gar dadurch, daß er bei seinen Beweis- und Erklärungsversuchen nach menschlichen Maßstäben den Wert oder Unwert irgendeines Organs oder irgendeiner Eigenschaft abschätzt und dadurch rein subjektive Werturteile in naturwissenschaftliche Untersuchungen einführt. Ganz abgesehen davon, daß wir die tatsächliche Bedeutung mancher Organe und zahlloser Eigentümlichkeiten der Lebewesen noch gar nicht kennen und vielleicht nie kennen werden, kann der Wert oder Unwert einer Eigenschaft für ein Tier oder eine Pflanze nicht von der menschlichen Auffassung abhängen. Durch Benutzung derartiger menschlicher oder anthropomorpher Werturteile verläßt der Darwinismus den Boden exakter naturwissenschaftlicher Forschung; methodisch gibt ihm schon diese seine Gepflogenheit den Todesstoß.

Auch der Begriff des Kampfes ums Dasein ist einer kritischen Würdigung zu unterziehen. Auf den ersten Blick mag es scheinen, daß durch seine Verwendung eine einfache einheitliche Formel für die Erklärung der Stammesentwicklung gefunden sei. Das ist aber keineswegs der Fall. Wir haben oben bereits gesehen, daß der Kampf ums Dasein ganz verschiedene Dinge umfaßt, wie den Konkurrenzkampf zwischen den Artgenossen, den Kampf gegen die natürlichen Feinde, den Kampf um die Nahrung und den Wohnort, die Abhängigkeit von den Einflüssen der Umgebung und derartiges mehr. Es handelt sich also um keinen einfachen, sondern um einen sehr zusammengesetzten Begriff, und die Einfachheit und Einheitlichkeit der Erklärung ist nur eine scheinbare. Dehnbarkeit und Unklarheit der Begriffe zeichnen überhaupt vielfach die darwinistische Auffassung aus. Will man das nicht als grundsätzlichen Fehler der Hypothese ansehen, so ist es jedenfalls eine ihrer größten Schwächen.

Ferner ist der Begriff der natürlichen Zuchtwahl methodisch nicht ganz einwandfrei. Die Gesamtnatur wird nach Art einer menschlichen Persönlichkeit aufgefaßt, indem zwei ganz verschiedene Dinge, die natürliche Auslese im

Kampf ums Dasein und der nach bestimmten Zwecken und Zielen arbeitende menschliche Züchter, einander gleichgesetzt werden. Es sind das aber zwei Größen, welche nicht miteinander vergleichbar sind. Die anthropomorphe Naturauffassung tritt auch hier wieder hervor und zugleich wird dadurch die ungeheuere Kompliziertheit der Natur verschleiert. Jedenfalls wird bei vielen die Vorstellung erweckt, daß wir es mit einer einfachen und eindeutigen Größe zu tun haben; in Wirklichkeit aber handelt es sich um eine außerordentliche Mannigfaltigkeit von Ursachen oder Bedingungen, welche in gesetzmäßigen Zusammenhängen stehen; sie lassen sich nicht in Bausch und Bogen zusammenfassen. Gewiß spielt der Zufall in der Natur häufig eine bedeutsame Rolle, aber wenn ihm die gleiche Aufgabe zugeschrieben wird wie dem denkenden Züchter, so kann das höchstens als ein Bild, niemals aber als eine naturwissenschaftlich verwertbare Erklärung angesehen werden. Näher wollen wir darauf nicht eingehen, um nicht zu sehr in abstrakte Ausführungen hineinzugeraten; wir werden sehen, daß auch ohne solche der Darwinismus der Kritik Angriffspunkte genug bietet.

Besonders schlimm steht es in methodischer und begrifflicher Hinsicht mit der geschlechtlichen Zuchtwahl. Es wird darunter zweierlei verstanden; einerseits die Kämpfe der Männchen um die Weibchen und die dadurch erfolgende Auswahl der stärkeren Männchen, anderseits die Bevorzugung einzelner Individuen durch das andere Geschlecht wegen ihrer äußeren Beschaffenheit. Es ist also wiederum ein zusammengesetzter Umstand, der zur scheinbar einfachen Erklärung benutzt wird. Aber nicht nur das. Wenn das eine Geschlecht Individuen des anderen bei der Fortpflanzung wegen äußerer Vorzüge in der Färbung, im Gefieder oder in der Gestalt bevorzugt, wird nicht nur ein menschliches Werturteil in die Naturvorgänge hineingetragen, sondern sogar den Tieren wird die Fähigkeit zu solchen Werturteilen zugeschrieben. Wir müssen den weiblichen Tieren vieler Arten ein ästhetisches Empfinden nach Art des menschlichen zugestehen, wenn bei ihnen diejenigen Männchen mehr Wohlgefallen erregen und zur Fortpflanzung bevorzugt werden,

welche ein etwas prächtigeres Gefieder oder ein etwas farbenprächtigeres Hochzeitskleid besitzen als die Artgenossen. Der Begriff der geschlechtlichen Zuchtwahl umfaßt schon so verschiedenartige Bestandteile und nun gar auch noch recht vieldeutige psychische Vorgänge, daß er schon rein methodisch keine befriedigende Erklärung für Teile der Stammesentwicklung liefern kann.

Ein Umstand wird immer wieder, mündlich und schriftlich, zugunsten des Darwinismus angeführt, nämlich, daß durch seine Auffassung die ganze Natur und besonders die Stammesentwicklung sich so einfach und klar darstelle, daß jedermann sie begreifen könne. Das hört sich an, als ob die Natur tatsächlich etwas Einfaches wäre und durch eine einzige Formel erklärt werden könne. So wird eine ganz falsche Sachlage vorgetäuscht, denn jedem, der sich wirklich eingehend mit Naturforschung beschäftigt, wird alsbald die Überzeugung aufgedrängt, daß alles in der Natur ungeheuer verwickelt und durchaus nicht einfach ist. Daß die darwinistische Auffassung dem mit den Tatsachen nicht Vertrauten einleuchtet, beweist natürlich nichts für die Wirklichkeit. Allerdings lassen sich viele Menschen am leichtesten von dem überzeugen, was von ihnen kein weiteres Nachdenken erfordert; und das ist nicht zum wenigsten ein Grund für die immer noch weite Verbreitung darwinistischer Anschauungen.

Die Art der darwinistischen Beweisführung ist auch dann keineswegs methodisch einwandfrei, wenn wir ihren deduktiven Charakter einmal übergehen. Denn abgesehen davon, daß häufig nur erdachte Fälle benutzt werden, sind die angezogenen Beispiele auch recht oft sehr vieldeutig. Davon mag ein von Darwin selbst benutzter Fall Erwähnung finden. Die Schnelligkeit der Wölfe ist durch natürliche Zuchtwahl herangebildet worden. „Denken wir uns", schreibt Darwin, „zunächst einen Wolf, der von verschiedenen Tieren lebt, die er sich teils durch List, teils durch Stärke und teils durch Schnelligkeit verschafft, und nehmen wir an, seine schnellste Beute, eine Hirschart zum Beispiel, hätte sich infolge irgendeiner Veränderung in einer Gegend sehr vervielfältigt oder andere zu seiner Nahrung dienende Tiere

hätten sich in der Jahreszeit, wo sich der Wolf seine Beute am schwersten verschaffen kann, sehr vermindert. Unter solchen Umständen hätten die schnellsten und schlanksten Wölfe am meisten Aussicht auf Fortkommen und somit auf Erhaltung und Verwendung zur Nachzucht." Denn sie wären imstande, von den schnellfüßigen Hirschen zu leben, während die langsamen verhungern müßten. Aber man kann das gleiche Beispiel auch anders auslegen: den weniger schnellen Tieren entgehen häufig die Beutetiere; nur diejenigen unter ihnen, welche sehr oft Jagd machen und durch besonders gute Sinnesorgane unterstützt werden, können sich am Leben halten; sie kommen durch Heranzüchtung von Ausdauer und guten Sinnesorganen in Vorteil vor den Schnellen, welche zu bequem leben, so daß der Kampf ums Dasein unter ihnen nicht eine so gründliche Auslese schafft wie unter den Langsamen. Das Ergebnis ist also Züchtung langsamer Wölfe mit Ausdauer und besonders guten Sinnesorganen. Derartig lassen sich wohl die meisten Beispiele der natürlichen Zuchtwahl umdrehen. Sie haben somit gar keine Beweiskraft.

Fassen wir die Besprechung der darwinistischen Methode kurz zusammen, so ergibt sich, daß es in dieser Hinsicht recht schwach mit dem Darwinismus aussieht. Diese Schwäche allein genügte schon, um ihn abzulehnen. Aber immer wieder wird ja behauptet, der Darwinismus sei durch Tatsachen bewiesen. Wir wollen daher jetzt an diese Tatsachen herantreten und sie auch einer kritischen Prüfung unterziehen.

b) Sachliche Kritik

I. Der Kampf ums Dasein

Man könnte zunächst die Frage aufwerfen: Gibt es überhaupt einen Kampf ums Dasein im darwinistischen Sinne? Es hat nicht an Stimmen gefehlt, welche das Vorhandensein dieses Kampfes Aller gegen Alle überhaupt nicht anerkennen wollen, und ganz gewiß kann man, wie von der Grausamkeit der Natur, die sich in diesem Kampfe offenbart, mit dem gleichen Recht von der Harmonie der Natur reden. Aber ein scharfer Existenzkampf muß tatsächlich doch von den

Lebewesen geführt werden; ob er allerdings in darwinistischem Sinne wirkt, das ist eine andere Frage. Auf die Vieldeutigkeit seiner Auslegung wurde schon hingewiesen. Für die Stammesentwicklung kommt in erster Linie jedenfalls nur der mittelbare oder unmittelbare Wettbewerb unter den Artgenossen in Betracht; der Kampf gegen die natürlichen Feinde und gegen äußere Umstände kann nur als eine Gelegenheit für diesen Wettbewerb angesehen werden.

Voraussetzung für den Kampf ums Dasein im darwinistischen Sinne ist die Überproduktion an Lebewesen. Es werden nun allerdings vielfach mehr Nachkommen erzeugt als zur Fortpflanzungsreife heranwachsen, aber es ist nicht so einfach zu sagen, ob das allgemein der Fall ist. Jedenfalls darf man für den Nachweis der Überproduktion nicht so vorgehen, daß man ausrechnet, wie viele Nachkommen eines Elternpaares in den verschiedenen Generationen entstehen könnten, wenn gar keine dieser Nachkommen, ohne sich ebenso fortgepflanzt zu haben, aussterben würden. Mit solchen Zahlenexperimenten ist natürlich gar nichts bewiesen. Aber lassen wir die Überproduktion an Nachkommen einmal allgemein gelten.

Sie hat nur dann Wert für die Stammesentwicklung, wenn die Zuvielen durch den Wettbewerb im Kampf ums Dasein ausgemerzt werden. Wie verhält es sich damit?

Zunächst ist darauf hinzuweisen, daß außerordentlich viele Fortpflanzungszellen zu Grunde gehen, ohne daß sie überhaupt zur Entwicklung kommen. Im Laichballen eines Frosches z. B. ist immer eine ganze Anzahl Eier, welche kein junges Individuum liefern, entweder weil sie gar nicht befruchtet sind oder weil sie im Inneren des gallertigen Klumpens an Sauerstoffmangel vor Beginn der Entwicklung absterben. Viele Blüten eines Kirschbaumes fallen ab, ohne einen Fruchtansatz gebildet zu haben, weil keine Bestäubung stattgefunden hat. Die qualitative Beschaffenheit der Fortpflanzungszellen in diesen und zahllosen anderen entsprechenden Fällen ist ganz gleichgültig für ihr Schicksal. In noch höherem Grade trifft das für die männlichen Fortpflanzungszellen zu. Gerade von diesen gehen ungeheuer

viele zu Grunde, ohne daß ihnen durch Verschmelzung mit einem Ei Gelegenheit zur Entwicklung gegeben wäre. Diese Überproduktion scheidet also von vornherein für die darwinistische Beweisführung aus, denn nur diejenigen Zellen sterben aus, welche ohne Rücksicht auf ihre Eigenschaften in eine ungünstige Situation geraten sind. Von einer Auslese günstiger Beschaffenheit kann dabei gar keine Rede sein.

Ferner wird die Überproduktion dadurch in einem hohen Grade wettgemacht, daß auch viele vollständig entwickelten Tiere ohne Wettbewerb zugrunde gehen und ohne überhaupt die Fortpflanzung versucht zu haben oder zur Fortpflanzung fähig zu sein. Solche Beobachtungen kann man gerade bei solchen Arten machen, die sich durch große Individuenzahlen auszeichnen. Nur ein Beispiel dafür. Wenn im Frühjahr, durch den warmen Sonnenschein veranlaßt, Schmetterlinge vorzeitig die Puppe sprengen, so fallen diese für die Erhaltung der Art gar nicht oder nur selten ins Gewicht. Legen sie überhaupt Eier ab, so fehlen vielfach noch die Futterpflanzen für die Raupen. Häufig aber legen die in den ersten Tagen der normalen Flugperiode auftretenden Falter auch dann keine Eier ab, wenn bereits die nötigen Futterpflanzen da sind. Beim Kohlweißling macht man die Beobachtung, daß in gut gepflegten Zuchten, in denen reichliche Nahrung und die zur Eiablage notwendigen Pflanzen geboten werden, selbst wenn zahlreiche Falter vorhanden sind, während des ersten Abschnittes der Flugperiode keine Nachkommen erzielt werden. Das kann sogar der Fall sein, wenn Kopulation beobachtet wird. Vergleichende Beobachtungen im Freien lehren dasselbe, nämlich, daß man dort auch erst zahlreichere Eier findet, wenn die Flugzeit schon länger andauert. Der Grund für diese Erscheinung ist vielleicht darin zu suchen, daß die Fortpflanzungszellen der zuerst geschlüpften Falter noch nicht weit genug ausgebildet sind, da es vorkommt, daß entwicklungsunfähige Eier abgelegt werden. Jedenfalls aber gehen so zahlreiche Schmetterlinge ohne Nachkommen zu Grunde. Ihre körperliche Beschaffenheit ist dabei ganz ohne Einfluß, denn sie steht derjenigen der später sich fortpflanzenden Artgenossen in nichts nach.

Von einer Auslese durch Wettbewerb im Kampfe ums Dasein ist gar nichts zu bemerken.

Das wichtigste Mittel zur tatsächlichen Verhütung der Überproduktion ist der Situationstod. Die zu vielen Individuen sterben infolge der Nachteile, in welche sie durch eine ungünstige Situation geraten, also durch Umstände, welche mit der größeren oder geringeren Tüchtigkeit im Kampfe ums Dasein nichts zu tun haben. Zu solchen Situationsnachteilen können auch Krankheiten gehören.

Auf einer Wiese besteht sicher Überbevölkerung und die meisten Samen gehen zugrunde, ohne sich zu einer Pflanze entwickeln zu können, weil sie keinen Platz zum Keimen finden. Die qualitative Beschaffenheit der Samen ist ohne Bedeutung dafür, lediglich die äußeren Umstände verhindern ihre Entwicklung. Die Vernichtung der Zuvielen setzt bereits ein, wenn etwaige günstige Eigenschaften der einzelnen Individuen noch gar nicht zur Entwicklung gekommen sind, also auch noch nicht als Handhabe für die natürliche Auslese dienen können.

Eine außerordentlich starke Vermehrung zeigen die meisten Fische. Manche von ihnen leben wenigstens vorübergehend in großen Schwärmen, wie etwa die Heringe, wenn sie sich zur Laichzeit zusammen finden, um die Laichplätze aufzusuchen. Von den zahlreichen Individuen eines Schwarmes kommen längst nicht alle zur Fortpflanzung, sondern viele werden vorher vernichtet. Zahlreiche Raubfische folgen den Heringszügen und raffen wahllos ihre Beute aus der wimmelnden Schar. Ob einer der Heringe vor den anderen sich durch etwas günstigere Organisation auszeichnet oder nicht, spielt dabei gar keine Rolle. Nicht bloß die schwächeren und mit weniger günstigen Eigenschaften ausgestatteten Individuen werden von den Räubern verzehrt, sondern diejenigen, welche zufällig in die Nähe der Feinde geraten. Ebenso ergeht es der jungen Brut, welche in großen Mengen anderen Tieren zur Nahrung dient. Auch hier ist es wieder die Ungunst der Situation, welche eine Verminderung des Individuenbestandes herbeiführt. Schwächere und weniger vorteilhaft ausgerüstete Individuen bleiben dabei genug am

Leben und können sich fortpflanzen, wenn der Aufenthalt inmitten des Schwarmes sie vor den Verfolgern schützt. Nicht kleine Vorteile in der Organisation, sondern der Situationsvorteil ist es, der sie am Leben hält und zur Fortpflanzung bringt.

Zahllose Menschen sterben an Infektionskrankheiten. Die Tuberkulose allein rafft jährlich Tausende dahin. Wenn auch eine kräftige Konstitution im Falle einer solchen Krankheit einen Vorteil bedeutet, so werden auch kerngesunde Personen keineswegs verschont. Wohl jedem Leser sind Fälle bekannt, in denen kräftige Menschen im besten Alter in kürzester Zeit den gefährlichen Bakterien zum Opfer gefallen sind. Auch hier ist es wieder die allgemeine Situation, welche recht oft den Ausschlag gibt. Enges Zusammenleben mit Kranken bringt auch die Gesundesten in Gefahr; schwächliche Individuen in günstiger Situation erreichen oft ein höheres Alter als kerngesunde unter ungünstigen äußeren Lagebedingungen. Mehr noch tritt das hervor, wenn Krankheiten seuchenartig auftreten. Die Vernichtung ist dann durchaus wahllos.

Die Beispiele ließen sich beliebig häufen. Der Gedanke, daß geringe Organisationsvorteile die betreffenden Individuen günstiger stellen im Daseinskampf als ihre Artgenossen, hat überhaupt nur dann Wert, wenn für alle Individuen die Situation die genau gleiche wäre. Das ist aber in Wirklichkeit niemals der Fall. Der Situationsvorteil entscheidet meistens das Überleben, der Nachteil der Situation den Untergang. Darüber können auch einzelne Fälle, in denen eine zufällige günstige Eigenschaft dem Individuum das Leben rettet, nicht hinwegtäuschen.

Wenn man also unbefangenen Blickes die Ursachen für den vorzeitigen Tod, d. h. für den Tod vor Erzeugung der Nachkommen, verfolgt, dann ergibt sich zum mindesten, daß der Auslese im Kampfe ums Dasein unter keinen Umständen jene allgemeine oder universelle Bedeutung zukommen kann, wie sie vom Darwinismus gefordert werden muß. Mit dieser Feststellung ist die wichtigste Stütze der Zuchtwahllehre erschüttert.

2. Die natürliche Zuchtwahl

a) Die Unmöglichkeit eines einfachen Variierungsinkrements

Wenn wir nun zur sachlichen Kritik der Vorstellungen von der natürlichen Zuchtwahl übergehen, so bieten sich auch hier zahlreiche Angriffspunkte. Wir heben nur die wichtigsten hervor.

In der darwinistischen Literatur herrschen meist ganz falsche Vorstellungen von der Beschaffenheit der ersten Anlage, an welcher die natürliche Zuchtwahl angriff. In den Beispielen, welche die Wirkung der Zuchtwahl erläutern sollen, ist meistens nur die Rede von einem einzigen Organ, das in Variation eintrat. Man spricht etwa von einem Wolf, einem Vogel usw., dessen Gliedmaßen bei den einzelnen Individuen der gleichen Art geringe Unterschiede zeigten, von denen einzelne günstig, andere ungünstig waren. Das täuscht eine unrichtige Sachlage vor. Denn wenn die Descendenztheorie überhaupt richtig ist, dann war ja der Wolf oder der Vogel ursprünglich gar kein Wolf und kein Vogel, nicht einmal ein Wirbeltier. Vielmehr war die Gesamtorganisation eine ganz andere. Es handelt sich also gar nicht darum, daß etwa das Vorderbein eines im übrigen fertigen luftlebigen Wirbeltieres derartig variierte, daß die natürliche Auslese daraus einen Flügel züchten konnte, sondern darum, daß erst überhaupt einmal ein Wirbeltier entstand; daß dieses Wirbeltier vier Gliedmaßen hatte und daß die Gesamtbeschaffenheit des Tieres zur Entwicklung von Flugorganen tauglich war. Als Objekt der Zuchtwahl käme also nicht das Vorderbein eines im übrigen fertigen Wirbeltieres in Betracht, sondern ein im ganzen anders beschaffener Vorfahre eines solchen. Nur dadurch, daß diese Forderung der Descendenztheorie übergangen wird, werden die darwinistischen Beispiele einleuchtend.

In Wirklichkeit behandelt die darwinistische Beweisführung nur Abänderungen von bereits vorhandenen Organen. Sie setzt also bereits das Vorhandensein von mannigfaltigen Bildungen voraus; über deren erste Entstehung wird gar nichts ausgesagt. Das Wichtigste also, die erste Entstehung eines Organs, wird gar nicht erklärt. Aber gleichwohl

spricht man keck von dem Entstehen der Mannigfaltigkeit und dem Entstehen der Organe und aller Eigenschaften durch die Zuchtwahl. Etwas, was noch gar nicht vorhanden ist, kann der Zuchtwahl nicht als Angriffspunkt dienen. Von selbst kann es auch nicht entstehen, denn von selbst, d. h. ohne Ursache, geschieht in der Natur überhaupt nichts. Der ganze Darwinismus ist daher nur eine Scheinerklärung, die das Allerwichtigste einfach übergeht.

Wieder einmal könnten wir also die Kritik abschließen mit dem Ergebnis, daß der Darwinismus unhaltbar ist. Aber wir wollen trotzdem noch mehr auf Einzelheiten eingehen.

Wenn die Auslese in Verbindung mit akkumulativer Züchtung die komplizierten Organe der höheren Formen geschaffen haben soll, dann muß verlangt werden, daß die ersten Abweichungen, welche der Zuchtwahl als Ausgangspunkt dienten, ganz einfach waren. Waren sie das nicht, sondern war der Anfang einer Organbildung selbst bereits kompliziert, dann setzt der Darwinismus schon das voraus, was er angeblich erklären will, nämlich die Entstehung komplizierter Organe aus einfachen Urformen. Jedenfalls also darf sich die ursprüngliche Variante, wenn überhaupt die Annahme einer Zuchtwahlwirkung Sinn haben soll, nur durch ganz einfache Unterschiede von ihren Eltern entfernt haben.

Bezeichnen wir einmal den Veränderungsschritt, durch welchen sich die ursprünglichen Abweicher von ihren ersten Stammformen unterschieden, als das Variationsinkrement oder als das Entstehungsinkrement des betreffenden Organs, so muß also dieses Inkrement unbedingt ganz einfach und auch dem Umfange nach klein gewesen sein. Betrachten wir von diesem Gesichtspunkte aus einmal das Wirbeltierauge. Als Vorläufer muß ein möglichst einfaches lichtempfindliches Organ angenommen werden, vielleicht nur ein einfacher Pigmentfleck. Es traten nun geringe Abweichungen dieses Pigmentfleckes ein, die als günstig ausgelesen wurden. Wenn aus der damit begonnenen Züchtung nun das komplizierte Auge entstanden sein soll, dann müßten aber nicht nur die lichtempfindlichen Zellen variiert haben, sondern zugleich auch andere Zellen, welche zu Vorläufern der Linse wurden. Es

müssen die Blutgefäße, die Vorläuferzellen der Augenmuskeln, der Augenlider und der Drüsen, welche in der Umgebung des Auges sich vorfinden, ebenfalls mit den Pigmentzellen zugleich abgeändert worden seien. Nicht nur eine Pigmentzelle mußte variieren, sondern zahlreiche in gleicher Weise, denn die Netzhaut setzt sich aus sehr vielen lichtempfindlichen Zellen zusammen. Also nicht bloß ein einfaches einheitliches Organ mußte Variierungsinkremente zeigen, welche als Grundlage für die Augenzüchtung dienen konnten, sondern sehr viele Vorläufer von Teilorganen und auch das nicht allein. Alle einzelnen Zellen dieser Teilorgane mußten zusammenharmonierende Inkremente gleichzeitig aufweisen. Denn wenn die erste Variation nicht bei allen Vorläuferbildungen in bestimmter Richtung lag und die verschiedenen Inkremente nicht harmonisch zusammen stimmten, dann war die gesamte erste Anfangsbildung für den Organismus nicht von Vorteil, sondern nur ein regelloser Haufen nicht zusammen passender Abweichungen, der unmöglich als nützlich im Kampf ums Dasein angesehen werden kann. Da die Augen paarig sind, müssen beide Augen bzw. die vielen Vorläuferinkremente beider Seiten auch noch in Harmonie gestanden haben. Das heißt aber nichts anderes, als daß für die Wirbeltieraugen nicht ein einfaches, sondern ein höchst kompliziertes Entstehungsinkrement angenommen werden muß. Wo aber das der Fall ist, setzt der Darwinismus die Entstehung einer komplizierten Bildung bereits voraus und ist völlig unzureichend für deren Erklärung. Ein gleiches läßt sich für alle komplizierteren Organe nachweisen, zumal im allgemeinen auch noch die Instinkte der Tiere in entsprechender Übereinstimmung mit den Organbildungen variiert haben müssen. Ein einfaches Entstehungsinkrement ist deswegen häufig überhaupt nicht denkbar, und daher kann der Darwinismus auch die Entstehung dieser Organe nicht erklären; er muß vielmehr ihre Kompliziertheit als gegeben voraussetzen.

β) Das Fehlen des Selektionswertes

Wenn, wie der Darwinismus ja will, die Auslesezucht als einziges Mittel der Stammesentwicklung gelten soll, dann

bleiben alle diejenigen Eigentümlichkeiten der Lebewesen unerklärt, welche gar keinen Selektionswert besitzen, weil ihr Besitz sicher mit keinem Nutzen im Kampf ums Dasein verbunden ist. Derartige Eigentümlichkeiten gibt es in ungeheuerer Zahl.

Dahin gehören außerordentlich viele Merkmale, welche die Systematik zur Unterscheidung der Gattungen und Arten benutzt, wie etwa die Zahl der Fußglieder bei den verschiedenen Familien der Käfer oder die spezielle Blattform bei vielen Pflanzen. Ob ein solches Blatt einen fein gesägten oder ausgebuchteten oder gezackten Rand hat, ist für die Funktion des Blattes und damit für die Pflanze überhaupt ganz gleichgültig. Ebenso gleichgültig ist die Zahl der Fußglieder. Bei den einzelnen Säugetiergruppen sind die Haare häufig in ganz charakteristischer Weise angeordnet. Bei manchen kommen Mähnen vor, bei anderen lange Rückenhaare, bei wieder anderen längere Haare an den Flanken. Eine für die Erhaltung der Art wesentliche Bedeutung kommt aber dieser Haarverteilung nicht zu und daher haben diese Eigentümlichkeiten auch gar keinen Selektionswert. Denn sie bieten ihrem Träger keine Vorteile vor Artgenossen, welche zufällig diese besondere Haarverteilung nicht besitzen. Infolgedessen versagt der Darwinismus bei der Erklärung der genannten Eigenschaften vollständig, und so ist es mit anderen unzähligen Eigentümlichkeiten.

Auch für viele derjenigen Eigenschaften, welche die größeren Gruppen des Systems voneinander scheiden, also etwa für Klassen- und Ordnungsmerkmale, gilt das eben Gesagte. Es ist gar kein Grund vorhanden zu der Annahme, daß die Organisation als Säugetier das Lebewesen günstiger stellt im Kampfe ums Dasein, denn die Organisation als Vogel, oder daß die Beschaffenheit als Insekt günstiger sei für die Erhaltung der Art als die Wurmorganisation. Wenn solche großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen entstanden sind, dann können sie nicht durch Auslese im Kampf ums Dasein hervorgebracht sein, weil das Insekt nicht besser an seine Lebensbedingungen angepaßt ist als der Wurm,

und das Säugetier nicht besser geeignet ist für den Daseinskampf als der Vogel.

Ferner ist es unrichtig, daß schon ganz kleine Abweichungen, mit denen der Darwinismus die Zuchtwahl beginnen muß, im allgemeinen einen besonderen Nutzen mit sich bringen können. Man denke einmal an die Entstehung der Gliedmaßen der Wirbeltiere. Wohl jeder Darwinist wird zugeben, daß letztere aus beinlosen Formen entstanden sind. Da die erste Anlage der Beine aus oben angeführten Gründen ein einfaches Entstehungsinkrement gewesen sein muß, kann sie nur als eine sehr kleine und gar nicht differenzierte Fortsatzbildung gedacht werden. Daß ein solch kleiner und einfacher Wulst den Besitzer bei der Ortsbewegung und damit im Kampfe ums Dasein günstiger stellt als seine Artgenossen, welche sich mit den gleichen Mitteln fortbewegen, nur aber jene Höckerbildung auf der Körperoberfläche entbehren, das wird doch wohl im Ernst niemand behaupten wollen. Wem diese Überlegung nicht beweiskräftig genug ist, der sehe sich die in der Natur tatsächlich vorkommenden Unterschiede zwischen den Individuen einer Art an. Er wird schon sehr bald feststellen, daß diese Unterschiede so gering sind, daß von einem ausgesprochenen Nutzen der einen oder anderen Variante nichts zu bemerken ist. So variiert die Schnabellänge bei den Vögeln; aber diejenigen Spatzen etwa, welche einen etwas kürzeren Schnabel als die Mehrzahl haben, kommen ebensogut fort als diejenigen, deren Schnabel die mittlere Länge etwas übertrifft. Wie in diesem Falle, so scheiden auch sonst die vorkommenden

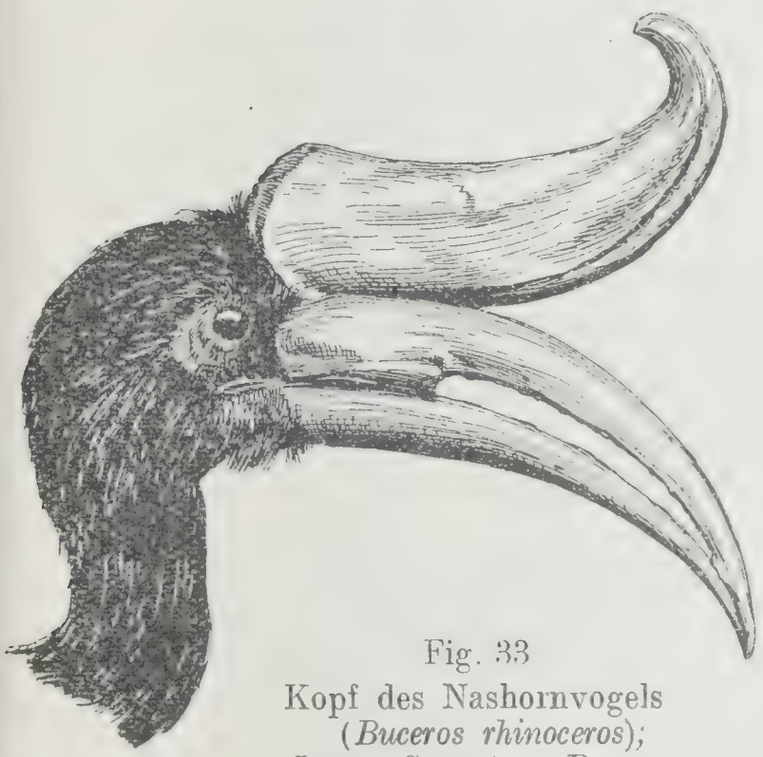


Fig. 33
Kopf des Nashornvogels
(*Buceros rhinoceros*);
Java, Sumatra, Borneo

kleinen Abweichungen als Ansatzpunkte für die Zuchtwahl aus.

Besonders deutlich ist das Fehlen eines Nutzens und darum das Fehlen eines Selektionswertes bei den mächtigen Schnabelaufsätzen, welche den Nashornvögeln ihren Namen gegeben haben (Fig. 33). Die beistehende Figur veranschaulicht besser als eine Beschreibung die eigentümliche Schnabelform des gemeinen Nashornvogels. Wenn der Schnabel und das „Horn" auch mit großen Lufträumen durchsetzt und darum sehr leicht sind, so kann ein Nutzen des gewaltigen Höckers nicht angenommen werden; eher muß er dem Tier hinderlich sein beim Fliegen und beim Aufenthalt im Urwalde. Ja der Schnabel besitzt sogar Eigenschaften, welche das Gegenteil von nützlich sind, nämlich er ist außerordentlich brüchig und es gibt kaum einen etwas älteren Vogel, dessen Schnabelränder nicht in großem Umfange ausgebrochen werden (siehe auch die Abbildung). Diese Brüchigkeit des Schnabels kann unmöglich das Ergebnis einer Zuchtwahl sein, welche immer das Passendste ausgelesen hat.

$\bar{\gamma}$) Nachteilige Eigenschaften

Überhaupt sind sehr viele Eigenschaften der Lebewesen das direkte Gegenteil von nützlich. Dafür nur ein paar Beispiele.

Zu den besten Fliegern gehören die Turmsegler oder, wie sie auch vielfach genannt werden, die Turmschwalben. Diese schnellen Vögel sind aber keine Schwalben, wie der volkstümliche Name vermuten lassen könnte, sondern sie zählen zu der systematischen Verwandtschaft der Kolibris. Ihre äußere Ähnlichkeit mit Schwalben ist eine zufällige. Sie kommen im Frühjahr aus Afrika zu uns nach Deutschland, um ihr Brutgeschäft zu erledigen und verlassen mit den Jungen den Norden bereits wieder in den letzten Tagen des Juli. So vortrefflich nun die Flügel dieser interessanten Vögel ausgebildet sind, so merkwürdig klein sind die Füße. Deren Beschaffenheit wird dem Segler häufig genug verderblich. Stürzt er aus irgendeinem Grund aus der Luft zur Erde,

sei es durch einen heftigen Windstoß oder durch Platzregen, sei es, daß er gegen irgendeinen Zweig oder Draht fliegt, dann vermag er sich nicht wieder vom Boden zu erheben. Die Beine sind zu kurz, als daß sie es dem Tiere gestatteten, die langen Schwingen auszubreiten. Die Füße eignen sich höchstens dazu, an einer rauhen Fläche hochzuklettern. Ist das dem abgestürzten Vogel nicht möglich, dann geht er elend zugrunde, denn er vermag seine Nahrung nur im Fluge zu erhaschen. Der Eigentümlichkeit der Beine und Fußbildung fehlt in diesem Falle nicht nur der direkte Nutzen für den Kampf ums Dasein, sondern es ist sogar das Gegenteil festzustellen: die fraglichen Eigenschaften sind direkt schädlich für die Erhaltung der Individuen und damit der Art. Dagegen kann nicht eingewandt werden, daß die außerordentliche Entwicklung des Flugvermögens mit einer solchen geringen Entwicklung der Beine und Füße verbunden sein müsse. Denn wir brauchen nur an unsere Schwalben zu denken, die auch ganz vortreffliche Flieger sind, sich aber sehr wohl vom Boden erheben können. Die Auslese des Passendsten kann also unmöglich die Eigenschaften des Seglers hervorgebracht haben.

Ein besonderes Interesse bietet es, in diesem Zusammenhange einmal sogenannte höhere Formen mit niederen zu vergleichen. Wenn die Zuchtwahl die höheren aus den niederen hervorgebracht hat, dann muß man doch annehmen, daß die ersteren eine besonders scharfe und häufige Auslese durchgemacht haben, denn nur durch die immer wiederholte Auslese sind ja allmählich die kleinen Abweichungen summiert worden. Je öfter das Passende ausgelesen ist, um so vollkommener muß dann doch das höhere Lebewesen für den Kampf ums Dasein ausgerüstet sein. Streng genommen dürfte es unvollkommen organisierte Wesen überhaupt nicht mehr geben, denn alle unterliegen ja schon seit undenkbar langen Zeiträumen der unerbittlichen Zuchtwahl. Aber auch hier ist wiederum das Gegenteil der Fall.

Ein wichtiges Organ der Wirbeltiere ist zweifellos das Gebiß, und wenn die Zuchtwahl durch Lebenlassen der passendsten Abweichungen die Zahnverhältnisse der so-

genannten höheren Arten und des Menschen geschaffen hat, dann müssen wir eine Zunahme an geeigneter Beschaffenheit erwarten, je weiter sich die betreffende Art von einem einfachen Ausgangszustand entfernt hat. Je vollkommener das Gebiß ist, um so leichter wird dem Lebewesen der Kampf ums Dasein werden.

Die Haie gehören sicherlich zu den einfach organisierten Wirbeltieren. Ihr Gebiß ist auch verhältnismäßig einfach, indem es nur aus gleichartigen zugespitzten Zähnen besteht. Aber es hat eine sehr nützliche Eigenschaft; sobald ein Zahn ausfällt, rückt ein Ersatzzahn vor, der bereits hinter dem ausgefallenen Zahn vorhanden war. Dieser Zahnersatz wiederholt sich beliebig oft während des ganzen Lebens. Wenn die Variation der Stammformen nun ziellos nach allen Richtungen erfolgte und die Zuchtwahl daraus das Passendste aussuchte, dann müssen unter den Vorfahren der übrigen Wirbeltiere und des Menschen auch solche mit dauerndem Zahnersatz gewesen sein. Man muß erwarten, daß diese sicher nützliche Eigenschaft in gesteigertem Maße herangezüchtet wurde. Wie es sich damit verhält, weiß jeder aus eigener Erfahrung. Beim Menschen ist nur noch ein kümmerlicher Rest des Zahnwechsels vorhanden, indem nur noch ein Teil der Zähne ein einziges Mal erneuert wird. Beim erwachsenen Menschen gibt es überhaupt keinen natürlichen Zahnersatz mehr. Die Zuchtwahl hat also vollständig versagt und eine im Kampf ums Dasein mindestens minderwertige Eigenschaft herangezüchtet.

Es gibt sogar Säugetiere, welche die Bezahnung überhaupt verloren haben. Vor allem ist es die Gruppe der sogenannten Zahnarmen (*Edentata*), zu denen der Ameisenbär gehört, die sich durch mangelhafte Bezahnung auszeichnet. Der Ameisenbär (*Myrmecophaga*) hat überhaupt keine Zähne. Seine Schnauze ist lang röhrenförmig ausgezogen, und die Kiefer lassen sich überhaupt so gut wie gar nicht öffnen, weil der Mundspalt an der Spitze nur winzig klein ist. Wenn es nun auch Tatsache ist, daß der Ameisenbär ohne Zähne und ohne, daß er seine Kiefer gebrauchen kann, zu existieren vermag, so würde man doch alle Begriffe auf den Kopf stellen,

wenn man behaupten wollte, der Verlust aller Zähne und die Unfähigkeit, das Maul zu öffnen, seien besonders nützliche Eigenschaften, welche durch Überleben des Passendsten im Kampfe ums Dasein gebildet worden seien. Selbst wenn man zugibt, daß der Ameisenbär die Zähne nicht als Waffe braucht, weil er starke Krallen besitzt, bleibt das Fehlen der Zähne und die Unmöglichkeit, die Kiefer zu öffnen, ein Mangel. Solche Eigentümlichkeiten kann der Darwinismus nicht erklären.

Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß die lebend gebärenden Säugetiere von Vorfahren abstammen, welche sich durch Eierlegen vermehrt haben. Noch heutzutage finden wir diese Art der Fortpflanzung ja beim Schnabeltiere. Nehmen wir den darwinistischen Standpunkt ein, dann muß das Lebendgebären nützlicher sein im Kampf ums Dasein als das Eierlegen. Wir müssen ferner erwarten, daß die Einrichtungen für die Geburt lebender Jungen besonders bei den höheren und höchsten Formen so durchgezüchtet sind, daß sie nicht nur keine Gefahr für das Leben des mütterlichen Individuums und damit auch für die Jungen mit sich bringen, sondern daß sie sogar diese beiden besonders günstig stellen im Kampfe ums Dasein. Aber auch hier ist wiederum gerade das Gegenteil der Fall.

Die Eiablage ist ohne jede Gefahr für das weibliche Tier. Alle die tiefgreifenden Veränderungen, welche durch die Schwangerschaft bedingt werden und welche sicherlich den Körper nicht tüchtiger machen, sind nicht vorhanden; eine Verletzung durch das Austreten des Eies kommt nicht vor. Schon daraus ergibt sich, daß der Übergang zum Lebendgebären keinen größeren Nutzen für die Erhaltung des Individuums mit sich bringen kann, zumal gerade die weiblichen Tiere für die Aufzucht der Nachkommen bei den Säugern doppelt wichtig sind. Nun kann das Lebendgebären ohne direkt notwendige Verwundung des mütterlichen Körpers vor sich gehen, indem die Ernährungsorgane des Jungen unblutig aus den mütterlichen Organen herausgezogen werden. So ist es z. B. bei den Hirschen und bei den Rindern. Aber mit welchen Gefahren ist der Geburts-

vorgang bei der doch wohl am höchsten durchgezüchteten Form, beim Menschen, verbunden. Sehen wir ganz von den Wirkungen des Kulturlebens ab, unter allen Umständen wird die Innenfläche der mütterlichen Organe infolge der natürlichen Einrichtungen für die Ernährung des Kindes in eine einzige große, blutende Wunde verwandelt, die oft genug der Herd lebensgefährlicher Infektionen wird. Auch ist der dadurch bedingte große Blutverlust schon an sich eine Schädigung der Mutter. Und diese geradezu gefährliche Fortpflanzungsart soll die Mutter besonders geeignet zum Kampfe ums Dasein machen, jedenfalls geeigneter als die Fortpflanzungsform, wie wir sie beim Schnabeltier und beim Vogel beobachten? Wohl jeder, der sich diese Verhältnisse einmal klar gemacht hat, legt den Darwinismus dorthin, wohin er gehört, nämlich in die Rumpelkammer.

Ein Gesichtspunkt anderer Art möge im Anschluß daran besonders hervorgehoben werden. Für den Kampf ums Dasein, sowohl für die Erhaltung der Individuen als auch für die Erhaltung der ganzen Art, ist es gar nicht notwendig, daß sich einfacher und „niedriger" organisierte Tiere in sogenannte „höhere" umwandeln. Wir kennen eine ganze Anzahl sogenannter Dauerformen, welche durch unendlich lange Zeiträume hindurch bis in die Gegenwart ihre altertümliche Organisation bewahrt haben und trotzdem vollauf existenzfähig sind. Es möge nur an die Beuteltiere erinnert werden, deren bekannteste Vertreter die Känguruhs sind. Diese besitzen gegenüber den meisten Säugetieren eine einfache Organisation, die sie aber vollkommen geeignet macht für den Kampf ums Dasein. Es ist darum überhaupt nicht verständlich, daß infolge des Daseinskampfes die höheren Säugetiere sich aus beuteltierähnlichen Vorfahren entwickelt haben sollen. Man kann nicht einwenden, daß sei notwendig gewesen, um die Tiere den verschiedensten Existenzmöglichkeiten zuzuführen. Denn das ist möglich, ohne daß sich die einfache Organisation der Beuteltiere in die komplizierte der höheren Säuger umwandelt. Das geht daraus hervor, daß innerhalb der Beutler die verschiedensten Differenzierungen der Lebensweise vorkommen. Unter den Beuteltieren gibt es

Grasfresser und solche, welche durchaus als Raubtiere leben; es sind Steppentiere und Baumtiere darunter usw. Also auch hier wieder ein Versagen des darwinistischen Standpunktes.

δ) Schutzfärbung und Mimikry

Eine besonders hervorragende Stelle in der darwinistischen Beweisführung nehmen die Ausführungen über Schutzfärbung und Mimikry ein. Aber auch diese Beweismittel sind nicht stichhaltig.

Zunächst ist es sicher, daß in vielen Fällen die Bedeutung der Farbstoffe oder Pigmente nicht damit erschöpft ist, daß sie dem Tier eine besondere Färbung oder Zeichnung verleihen, sondern vielfach dürfte ihnen tiefere Bedeutung im Zusammenhange des Stoffwechsels zukommen, wenn wir auch darüber im einzelnen noch nicht ausreichend unterrichtet sind. Jedenfalls wäre es aber verfehlt, die Farbstoffe nur unter dem Gesichtspunkt der durch sie hervorgerufenen Färbung des Tieres zu betrachten.

Man sollte annehmen, daß Schutzfärbungen vor allem dort vorkommen würden, wo ein Farbwechsel besteht, d. h. bei solchen Tieren, welche die Möglichkeit haben, ihre Färbung innerhalb kurzer Zeit zu ändern. Bekannt ist diese Erscheinung beim Laubfrosch, der bald leuchtend grün, bald schwarzbraun aussehen kann; der Farbwechsel des Chamäleons ist ja sprichwörtlich geworden. Ein Farbwechselvermögen kommt auch den Eidechsen zu. Die Verwendung der Schutzfärbung im Kampfe ums Dasein sollte man also auch bei ihnen erwarten. Aber das ist nicht der Fall. Ein besonders schönes Beispiel dafür bietet die Eidechsenart, welche auf den Faraglionifelsen an der Küste von Capri lebt. Diese isoliert aus dem Meere aufsteigenden Felsen haben nur einen ganz geringen Pflanzenwuchs. Die auf ihnen lebende Eidechse ist auf der Oberseite fast schwarz und hebt sich außerordentlich deutlich von den hellen Felsen ab. Hier hat offenbar die Züchtung einer Schutzfärbung versagt. Das läßt sich bei Eidechsen noch öfters feststellen. Die Mauereidechse (*Lacerta muralis*) z. B. ist auf steinigem

Gelände vorwiegend leuchtend grün, in grünem Berglande dagegen fast nur dunkelbraun. Auch das reimt sich nicht mit den Anschauungen über die gezüchtete Schutzfärbung zusammen.

Es soll nicht geleugnet werden, daß die Übereinstimmung mit der Färbung der Umgebung einen gewissen Schutz verleiht. Aber man darf das Maß dieses Schutzes nicht danach bemessen, welche Mühe es dem menschlichen Auge macht, das betreffende Tier auf seiner gleichgefärbten Unterlage zu entdecken. Wer einmal beobachtet hat, wie Kleiber, Meisen, Baumläufer die Stämme absuchen, dem wird es zweifelhaft erscheinen, ob den dort sich aufhaltenden Insekten die Schutzfärbung etwas hilft. Außerdem suchen die Verfolger ihre Beute durchaus nicht bloß mit dem Auge. Die gefährlichsten Feinde vieler dem menschlichen Maßstabe nach durch Färbung geschützter Insekten sind nicht die mit den Augen suchenden Vögel, sondern parasitische Insekten, denen jedenfalls in erster Linie der Geruchsinn den Weg weist. Nur ein Beispiel dafür: Die junge Kohlweißlingsraupe ist infolge ihrer Färbung gleich nach dem Schlüpfen aus dem Ei nur schwer auf dem Kohlblatt zu sehen. Man kann deswegen sagen, daß sie Schutzfärbung besitzt. Aber diese nützt ihr gar nichts. Denn ihr schlimmster Feind ist eine kleine Schlupfwespe (*Microgaster*), welche die kleinen Räupchen unfehlbar findet. Diese Schlupfwespe legt ihre Eier in die Raupe, und durch die Larven der Schlupfwespen wird diese schließlich zugrunde gerichtet.

Auch der Hase, das Rehkitz, die Schnepfe usw. besitzen sogenannte Schutzfärbung, aber der Fuchs findet sie doch. Denn wenn dieser Räuber sich an eine Fährte legt, folgt er nicht seinen Augen, sondern seiner Nase.

Es darf auch nicht vergessen werden, daß manche sogenannte Schutzfärbungen direkt durch die von der Umgebung zurückgeworfenen Lichtstrahlen hervorgerufen werden. Um bei dem Kohlweißling zu bleiben, so haben dessen Puppen auf grauen Mauern und an der Rinde von Bäumen durchweg eine graue Färbung, die aus vielen schwarzen Punkten auf weißem Untergrunde besteht. Heftet sich die

Raupe zur Verpuppung aber auf grünem oder gelbgrünem Untergrunde an, dann ist die Puppe grün. Man könnte ohne nähere Kenntnis der Zusammenhänge auf den Gedanken kommen, hier liege eine durch Zuchtwahl hervorgebrachte Schutzfärbung vor; dem ist aber nicht so. Wie sich durch umfangreiche Versuche hat zeigen lassen, beeinflußt das von dem Untergrunde reflektierte Licht unmittelbar die Bildung der Puppenfarbstoffe, so daß von einer Wirkung der Zuchtwahl gar keine Rede sein kann.

Eine ebenso wenig sichere Grundlage wie die Schutzfärbungen bietet dem Darwinismus die Erscheinung der Mimikry. Die Ähnlichkeit „ungeschützter" Arten mit solchen, welche durch Gifte, Waffen und dergleichen vor ihren Verfolgern geschützt sein sollen, ist vielfach nur in den Augen des in dieser Richtung voreingenommenen Beobachters vorhanden und unterliegt sicherlich der anthropomorphen Auffassung. Wo sie tatsächlich besteht, braucht sie keineswegs wirklich als Schutzbildung entstanden zu sein. Das beweist sehr schön folgender Fall.

Unter den Schmetterlingen zeichnen sich die Weißlinge (*Pieridae*), zu denen auch unser Kohlweißling gehört, durch ihre hellen auffallenden Flügelfarben aus. Das Vorwiegen des leuchtenden Weiß hat ja der ganzen Gruppe den Namen gegeben. Tatsächlich sind die Weißlinge ein sehr beliebtes Futter für sehr viele Vögel und auch für Libellen. Nun gibt es in Südamerika Weißlinge, welche diesen Namen eigentlich gar nicht verdienen, denn ihre Flügel sind ganz bunt gefärbt, vorwiegend mit roten, gelben und schwarzbraunen Tönen. Auch bei uns gibt es ja Weißlinge, welche leuchtend orangerote Flügelspitzen haben (Aurorafalter). Bei den südamerikanischen Weißlingen liegt die Sache aber so, daß sie durch ihre Flügelfärbungen eine große Ähnlichkeit bekommen mit anderen, angeblich für die Vögel ungenießbaren Schmetterlingen (Arten der Familie der *Heliconidae*). Die beistehende Figur gibt am besten eine Vorstellung von diesen Verhältnissen (Fig. 34).

In der darwinistischen Literatur wird die Sache nun folgendermaßen dargestellt. Diese bunten Pieriden waren

ursprünglich ebenfalls vorwiegend weiß, also ungeschützt. Sie zeigten aber geringe Ansätze zur Buntfärbung. Da sie mit den geschützten ungenießbaren Heliconiden zusammen lebten, bedeutete eine auch nur ganz geringe Ähnlichkeit mit diesen einen Vorteil im Daseinskampfe. So wurden schließlich die mit den geschützten „Vorbildern" sehr stark übereinstimmenden Pieriden herangezüchtet, die nun durch Mimikry ebenfalls geschützt sind. Dabei muß allerdings auffallen, daß es eine Art gibt, bei welcher zwar das Weibchen auf diese

Fig. 34
Ein merkwürdiger Fall sogenannter Mimikry: Das Weibchen einer Weißlingsart „ahmt" einen ungenießbaren Schmetterling einer anderen Gattung „nach"; das Männchen ist nicht durch Mimikry „geschützt"
a, b *Perhybris maleuka*, zur Familie der Weißlinge (*Pieridae*) gehörend; a Männchen; b Weibchen (Venezuela); c *Titurca harenonia* (Venezuela), das ungenießbare „Vorbild" des mimetischen Weißlingsweibchens

Art geschützt ist, das Männchen aber nicht (Fig. 34). In Wirklichkeit verhält sich die Sache aber ganz anders. Gründliche Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß nicht die Weißfärbung der Pieriden das ursprüngliche Farbkleid ist, sondern die bunte Flügelfärbung der südamerikanischen Arten. Die Weißfärbung ist nachträglich allmählich entstanden; nicht umgekehrt die mimetische Buntfärbung aus einer weißen Grundform. In diesem Falle von einer schützenden Mimikry reden zu wollen wäre falsch, denn die Weißlinge haben ihre längst nicht so auffallende Buntfärbung aufgegeben und dafür im Laufe der Stammesentwicklung die gefährliche Weißfärbung erworben. Angesichts dieses Falles

verlieren auch die übrigen Mimikryfälle ihre Beweiskraft für den Darwinismus, zumal die meisten Schmetterlinge nicht durch Vögel, sondern durch Schlupfwespen bereits auf dem Raupenstadium vernichtet werden. Auch haben ja die Weißlinge die Mimikry gar nicht nötig, wie der Kohlweißling zeigt.

Es gibt Insekten (einige Wanzen, Käfer), welche wie Nachahmer von Ameisen erscheinen. Die Ameisen sind wehrhafte Tiere und so scheint jene Nachahmung echte Mimikry zu sein, durch welche die Nachahmer vor ihren Verfolgern geschützt werden. Ihre Ameisenähnlichkeit wird deshalb vom Darwinismus als eine Stütze für die Zuchtwahl angeführt. Das hat natürlich wiederum nur Sinn, wenn diese Insekten durch jene Ähnlichkeit tatsächlich einen Schutz genießen. Umfangreiche Versuche haben aber gezeigt, daß etwas derartiges nicht der Fall ist. Weder werden die insektenfressenden Tiere durch die Ähnlichkeit mit den Ameisen getäuscht, weil diese Ähnlichkeit eben nur für den Menschen vorhanden ist, noch werden die Ameisen — und das ist viel wichtiger — von den Insektenfressern verschmäht. Weder Raubinsekten noch Vögel, weder Amphibien noch Reptilien scheuen den Giftbiß der Ameisen. Ein Selektionswert kommt der Ameisenähnlichkeit also gar nicht zu. Ebenso ist es mit der Ähnlichkeit von Schmetterlingen und Wespen oder Hornissen. Denn auch diese letzteren sind keineswegs gegen Verfolger geschützt. Gibt es doch Vögel, welche geradezu ihren Namen daher haben, daß sie mit Vorliebe diese wehrhaften Insekten fressen (Wespenbussarde; *Pernis apivorus*).

Überhaupt, wenn der Schutzfärbung und Mimikry die Bedeutung zukäme, welche vom Darwinismus behauptet wird, müßten alle ungeschützten Arten längst vernichtet sein. Es muß doch Wunder nehmen, daß nur in einzelnen Fällen die ungeschützten Varianten im Kampfe ums Dasein zu Grunde gingen, in den meisten anderen aber nicht. Das heißt doch mit anderen Worten, die Züchtung von schutzgefärbten und mimetischen Formen war gar nicht notwendig für die Erhaltung der Individuen, denn ungeschützte Arten halten sich ebenso gut wie jene. Ein einziger Blick in die Natur beweist

das. Aus der anthropomorphen Deutung von äußeren Ähnlichkeiten verschiedener Tiere den Darwinismus ableiten zu wollen, heißt doch dem denkenden Menschen etwas zu viel zugemutet.

Es mag zugegeben werden, daß Schutzfärbung und Mimikry in einzelnen Fällen den betreffenden Tieren einigen Schutz gewähren mögen; aber bei der Erklärung der Stammesentwicklung kommt es doch darauf an, die Ursachen für diese eigentümlichen Erscheinungen aufzuhellen, nicht aber deren Wirkungen zu beschreiben. Tatsächlich verwechselt der Darwinismus hier die Wirkung einer Eigenschaft mit ihrer stammesgeschichtlichen Ursache; letztere wird durch ihn überhaupt nicht erklärt.

Wie mit der Schutzfärbung verhält es sich auch mit den sogenannten Schutzstoffen. Als solche kommen Gifte und dergleichen in Frage. Hat die natürliche Auslese diese Giftigkeit herangebildet, dann müssen die betreffenden Tiere tatsächlich vor Verfolgung gesichert sein; denn sonst hat die Giftigkeit keinen Selektionswert. Um nur ein Beispiel anzuführen, mögen hier Versuche mit der Spanischen Fliege (*Lytta vesicatoria*) Erwähnung finden. Dieses Insekt enthält ein scharfes Gift, das sogenannte Cantharidin, das schon in verhältnismäßig kleinen Mengen für Mensch und Tier gefährlich werden kann. Man sollte nun meinen, die *Lytta* würde als Futter verschmäht; aber weit gefehlt! Wie Versuche lehrten, wird sie von verschiedenen Tieren ohne Schaden gefressen, insbesondere auch von solchen Vögeln, welche mit ihr an den gleichen Örtlichkeiten und in den gleichen Hecken zusammen leben. Was für das eine Lebewesen giftig ist, braucht es eben keineswegs für das andere zu sein. Von einer Schutzwirkung und darum also von einem Selektionswert kann gar nicht gesprochen werden.

Der zur Verfügung stehende Raum gestattet es nicht, auf alle Einzeltatsachen einzugehen, welche eine Widerlegung der darwinistischen Auffassung bilden; denn dann müßte schier alles besprochen werden, was uns im Reiche der Lebewesen entgegentritt. Man kann einen Vorgang oder eine Eigenschaft wählen, welche man will; immer wieder tritt die

Unzulänglichkeit und Haltlosigkeit des Darwinismus zutage. Das gilt nicht nur für die körperlichen Eigenschaften, sondern auch für die Lebensgewohnheiten der einzelnen Tiere und für die Beziehung der Tiere untereinander und zu den Pflanzen.

Eine hervortretende Betätigung der Säugetiere ist die Brutpflege. Ist nun diese und der ihr zugrunde liegende Instinkt, sind alle die körperlichen Eigentümlichkeiten, welche dafür erforderlich sind, durch Zuchtwahl entstanden? Die Antwort lautet: Nein. Während die Vorfahren der Säugetiere von der Fortpflanzung durch Eiablage übergingen zum Lebendgebären und damit zugleich die Hilfsbedürftigkeit der Jungen gegeben war, mußten der Brutpflegetrieb und die seine Auswirkung ermöglichenden Organe wenigstens in einfacher Beschaffenheit schon vorhanden sein. War das nicht der Fall, dann wären selbstverständlich nur die eierlegenden Formen erhalten geblieben; die lebendgebärenden Abweicher mußten aussterben, da sie ohne den Brutpflegetrieb usw. ihre Jungen hätten verderben lassen. Es wäre also gerade das Gegenteil erreicht worden.

Lebhafte Beziehungen der Tiere zueinander bestehen vor allem bei den staatenbildenden Insekten und unter diesen wieder besonders bei den Ameisen. Eine der reizvollsten Erscheinungen im Ameisenstaate ist die Symphilie oder das Gastverhältnis. Die Ameisen pflegen nicht nur ihre eigene Brut, sondern ziehen auch vielfach andere Insekten in ihrer Kolonie auf, mit denen sie in einem freundschaftlichen Verhältnis leben. Als Beispiel möge die blutrote Raubameise (*Formica sanguinea*) dienen, in deren Nestern ein kleiner Käfer (*Lomechusa strumosa*) vorkommt. Die Ameisen pflegen diesen Käfer und ziehen seine Brut groß. Der Käfer dagegen liefert seinen Wirten eine Drüsenabsonderung oder ein Exsudat, das von den Ameisen begierig aufgeleckt wird. An den Seiten des Hinterleibes trägt der Käfer gelbe Haarbüschel, zwischen denen dieser den Ameisen wohlschmeckende Stoff abgesondert wird. Alle Beobachtungen sprechen dafür, daß dieses Gastverhältnis nach und nach entstanden ist und daß dementsprechend auch bestimmte körperliche und in-

stinktive Eigentümlichkeiten der Gäste sowohl als der Wirte sich allmählich entwickelt haben. So hat die *Lomechusa* besondere innere Drüsen und äußere Exsudatorgane (Haarbüschel) sowie besondere Instinkte erworben, durch welche sie veranlaßt wird, mit den Wirten in Verkehr zu treten. Wichtig ist für diesen Verkehr auch eine eigentümliche Form der Fühler. Der Wirt mußte vor allem eine bestimmte Ausbildung seiner Instinkte erwerben, wenn das Gastverhältnis sich entwickeln sollte.

Wir haben hier den eigentümlichen Fall vor uns, daß in der freien Natur uns ein wirklicher Zuchtbetrieb entgegentritt. Die Ameisen sind die Züchter, und es besteht die Möglichkeit, daß sogar eine Auslese stattgefunden hat. Die Behandlung der Gäste durch die Ameisen ist oft gewaltsam; dadurch können die schwächeren Käfer ausgemerzt sein. Auch diejenigen Gäste dürften alsbald aus der Zucht beseitigt sein, welche nach der Richtung einer für den Verkehr ungeeigneten Fühlerform variierten. Dagegen dürften solche Käfer in der Pflege bevorzugt worden sein, welche besonders reichliche Ausscheidungen lieferten. Gleichzeitig muß auch von seiten der Käfer eine gewisse Auslese der Wirte stattgefunden haben; denn von ihnen dürften diejenigen Ameisen bevorzugt worden sein, deren Instinkte hinsichtlich des Pflegetriebes zum Vorteil der Gäste variierten.

Aber trotz alledem versagt die Selektionshypothese bei der Erklärung dieses Gastverhältnisses und seiner körperlichen und psychischen Begleiterscheinungen. Zunächst ist die Ausscheidung der Käfer nicht eigentlich eine Nahrung für die Ameisen, sondern nur eine Leckerei. Der Nutzen für die Arterhaltung ist also schon deswegen sehr gering. Aber noch mehr: die Gastpflege führt direkt den Untergang des Ameisenstaates herbei, ist also das Gegenteil von nützlich und darum ohne jede Spur eines Selektionswertes. Nicht nur, daß die Ameisen die Käferbrut mit größerem Eifer erziehen als ihre eigenen, die Käferlarven fressen auch massenhaft die Ameisenbrut. Ferner entziehen sie dieser die Nahrung dadurch, daß die Ameisen die Käfer anstatt ihrer eigenen Brut mit dem Munde füttern. So kommt es schließlich zur Entartung der

ganzen Kolonie. Es werden nur noch weibliche Ameisen mit verkümmerten Fortpflanzungsorganen großgezogen, krüppelhafte Mischformen von Weibchen und Arbeiterin (die sogenannten Pseudogynen), mit deren Überhandnehmen die Kolonie ausstirbt. Die Ameisen pflegen also ihre größten Feinde. Daß dieser Pflegetrieb und die in seinem Dienste stehenden Anpassungen bei Gast und Wirt durch den Vorteil im Kampfe ums Dasein großgezogen worden seien, wird doch wohl im Ernste niemand mehr behaupten wollen.

ε) Allgemeine Gesichtspunkte

Auf zwei Punkte von allgemeiner Tragweite muß noch aufmerksam gemacht werden.

Die vom Darwinismus vorausgesetzte Wirkung der Zuchtwahl kann nur dann eintreten, wenn die immer in gleicher Richtung wiederholte Auslese eine Steigerung der betreffenden Erbanlage herbeiführt. Wie nun die moderne Erblichkeitsforschung gezeigt hat, findet eine solche Steigerung der Erbanlage infolge wiederholter Auslese nicht statt. Der scheinbare Erfolg einer solchen Auslese beruht auf einem Irrtum. Wenn, um ein einfaches Beispiel zu nennen, aus einem Pfund Bohnen etwa die 50 größten Samen ausgewählt werden in der Absicht, Bohnen mit lauter solch großen Samen zu bekommen und durch Wiederholung des gleichen Verfahrens die Größe der Bohnensamen allmählich zu steigern, so kann die Absicht unter Umständen in gewissem Umfange erreicht werden. Nämlich dann, wenn das zum Ausgang genommene Pfund Bohnensamen aus einer Mischung verschiedener erblicher Rassen bestand, die sich durch nichts als durch geringe Größenunterschiede der Samen unterscheiden. Dann führt die Auslese der großen Samen zur Isolierung einer großsamigen Rasse aus dem Gemisch, und im ganzen ergeben die Nachkommen größere Samen, weil die kleinsamigen Bohnen nun dazwischen fehlen. In Wirklichkeit bestehen die meisten unserer Kulturpflanzen aus solchen Rassengemischen und deshalb kann eine Zuchtwahl für den Züchter von Wert sein. Aber wenn die reine Rasse oder, wie man sagt,

die reine Linie einmal isoliert ist, dann hat weitere Zuchtwahl gar keinen Erfolg mehr. Auch die Nachkommen einer ganz reinrassigen Bohne schwanken in der Größe. Wählt man aus ihnen wieder die größten Individuen aus, um noch größere zu erzielen, so bleibt der Erfolg aus. Unter den Nachkommen dieser großen Samen sind ebenso viele kleine Samen wie bei der Ausgangsgeneration. Denn die Zuchtwahl steigert nicht die Erbanlagen, sondern isoliert nur aus äußerlich nicht als solchen kenntlichen Rassegemischen (aus sogenannten Populationen) die einzelnen, darin verborgenen Rassen. So wird dem Darwinismus auch von dieser Seite der Boden entzogen.

Ferner verlangt die darwinistische Anschauung, daß eine ganz allmähliche Entwicklung stattgefunden hat; daß kleinste Übergänge zwischen den einzelnen Gliedern einer Stammeskette bestehen müssen. Denn nur durch langsame Häufung kleinster Unterschiede kann darwinistisch die Stammesentwicklung dargestellt werden. Nun gibt uns die Paläontologie die Möglichkeit, die Wirklichkeit dieser Forderung zu prüfen. Denn wir kennen für eine ganze Anzahl von Arten ein gutes Stück ihrer Stammkette aus den Versteinerungen. Und nun zeigt sich, daß feinste Übergänge überall fehlen. Jedes einzelne Glied der Stammreihe unterscheidet sich stufenförmig von dem vorhergehenden und nachfolgenden. Es sei hier nur hingewiesen auf die oben abgebildete Stammreihe der Mastodontenschädel (Fig. 5). Jeder Schädel ist von jedem anderen ohne weiteres zu unterscheiden, was nicht der Fall wäre, wenn tatsächlich feinste Übergänge beständen. Und so ist es auch mit anderen sicheren Stammreihen. Mit anderen Worten: Die Versteinerungen, die uns die wirklichen Stammreihen enthüllen, stehen in schärfstem Gegensatze zu der darwinistischen Forderung einer ganz allmählichen oder fluktuierenden Entwicklung. Die Stammesentwicklung ist vielmehr in deutlichen Formstufen, die nicht durch feinste Übergänge verbunden sind, vor sich gegangen. Auch hier fehlt also dem Darwinismus die notwendige Tatsachenunterlage. Die Folgerung daraus ergibt sich von selbst.

3. Die geschlechtliche Zuchtwahl

Die nähere Prüfung der Tatsachen, welche angeblich die Wirkung der geschlechtlichen Zuchtwahl beweisen, führt zu dem gleichen Ergebnis, wie die Kritik der natürlichen Zuchtwahl. Gerade auf dem nun zu besprechendem Gebiete entbehren die darwinistischen „Beweise" vielfach nicht eines humoristischen Beigeschmacks.

Die körperliche Verschiedenheit der beiden Geschlechter ist unter anderem groß bei den Pfauen. Zu ihnen gehört der Argusfasan von Sumatra (*Argus giganteus*). Der Grundton seiner Färbung ist braun und grau. Das Männchen hat stark verlängerte Schwungfedern und trägt auf jeder dieser Federn eine lange Reihe prachtvoller Augenflecken aus grauen, schwarzen und braunen Tönen. Namentlich in der Balzstellung, in welcher die Schwungfedern radförmig gespreizt werden, kommt diese herrliche Augenzeichnung voll zur Geltung. Das Weibchen entbehrt dieses Schmuckes, den das Männchen nach darwinistischer Auffassung durch geschlechtliche Zuchtwahl erworben haben soll. Nun ist es etwas mißlich, den Weibchen, welche ja diese Zuchtwahl vollzogen haben, ein ästhetisches Wohlgefallen an dem schönen Federkleid des Männchens zuzuschreiben und dieses Wohlgefallen als Triebfeder für die Bevorzugung besonders schöner Männchen zu betrachten. Daher wird von darwinistischer Seite neuerdings versucht, die Lebensweise der Tiere zur Erklärung heranzuziehen. Diese neue Erklärungsweise gestaltet sich für den Argusfasan folgendermaßen. Er gehört zu den Körnerfressern. Nun traten ursprünglich unter den Männchen zufällig solche Varianten auf, deren Gefieder helle Punkte zeigte, welche von den Weibchen für Körner angesehen wurden. Die Hennen suchten daher die Nähe solcher Männchen, und indem sich diese Bevorzugung in allen Generationen wiederholte, wurden die Flecken größer und größer und lieferten schließlich die langen Reihen von Augenzeichnungen. Allerdings sollen die Augenflecken auf den Schwanzfedern des gemeinen Pfaus nicht auf diese Weise herangezüchtet worden sein. Diese „Erklärung" hat nur das für sich, daß sie sehr erheiternd wirkt. Aber lassen

wir die Scherze beiseite und sehen wir uns einige andere Fälle an.

Viele männlichen Fische zeigen zur Laichzeit ein sogenanntes Hochzeitskleid. Auch bei Amphibien ist ein solches weit verbreitet; es sei nur an die Molche erinnert. Nach dem Darwinismus handelt es sich hier wiederum um ein Ergebnis geschlechtlicher Zuchtwahl. Ein besonders prachtvolles Hochzeitskleid besitzt der Flußbarsch (*Perca fluviatilis*). Nähere Untersuchung lehrt aber, daß dieses Kleid, wenn auch in weniger lebhaften Farben, das ganze Jahr hindurch zu sehen ist. Schon das legt den Gedanken nahe, daß die lebhafte Färbung während der Laichzeit nicht mit dem Anlocken der Weibchen in Beziehung steht, sondern daß lediglich der dann sehr gesteigerte Stoffwechsel und die stärkere Erregung des Nervensystems die Färbung lebhafter machen. Die Anschauung von der geschlechtlichen Zuchtwahl wird hier aber vollends unhaltbar, wenn man weiß, daß der Barsch tatsächlich im Dunkeln laicht, so daß in der entscheidenden Zeit die Farben gar nicht wahrgenommen werden können. Das genügt, um überhaupt die darwinistische Auffassung des „Hochzeitskleides" in das rechte Licht zu rücken.

Die Schmuckfarben vieler männlicher Vögel versagen ebenfalls als Beweismittel. Die neueren Untersuchungen über das Farbensehen der Tagvögel haben nämlich gelehrt, daß diese Blau und Blaugrün nicht als Farben erkennen können. In der Netzhaut dieser Vögel finden sich zahlreiche gelbe und rote Ölkugeln. Die Folge davon ist, daß die Tiere wie durch ein gelbrotes Lichtfilter sehen. Ein solches verwehrt aber die Wahrnehmung blauer und blaugrüner Töne, wie jeder sich überzeugen kann, wenn er durch ein gelbrotes Glas blickt. Daher fallen blaue und blaugrüne Schmuckfarben von vornherein nicht unter die darwinistische Erklärung. Damit ist aber schon die Tauglichkeit des „Beweismittels" durchbrochen. Es kommt aber noch hinzu, daß auch die anderen Farben durch das Filter hindurch für die Vögel stark verändert sein müssen. Ferner gibt es viele Vögel, bei denen die beiden Geschlechter sich nicht durch solche auf-

fälligen Eigenschaften des männlichen Federkleides unterscheiden. Warum hat denn hier die geschlechtliche Zuchtwahl versagt? Einfach deswegen, weil sie überhaupt nicht als Mittel der Stammesentwicklung in Betracht kommt.

Besonders deutlich tritt das hervor, wenn man die Insekten, vor allem die Schmetterlinge in den Kreis der Betrachtung zieht. Unter ihnen gibt es viele, bei denen die Männchen glänzender gefärbt sind als die Weibchen, aber auch der umgekehrte Fall wird angetroffen. Doch besteht ein solcher Geschlechtsunterschied keineswegs immer. Wir brauchen uns nur an das Tagpfauenauge, den Trauermantel und andere zu erinnern, bei denen Männchen und Weibchen ganz gleich gefärbt sind. Das muß schon stutzig machen, denn man sollte auch bei den Schmetterlingen, wenn überhaupt, dann in allen Fällen die Tätigkeit einer geschlechtlichen Zuchtwahl vorfinden. Sehen wir aber einmal von diesem Einwand ab. Dann ist zunächst hervorzuheben, daß eine Auswahl der Männchen von seiten der Weibchen noch niemals wirklich beobachtet worden ist, mag sie auch in der darwinistischen Literatur immer wieder als etwas Selbstverständliches aufgeführt werden. Im Gegenteil. Die tatsächliche Beobachtung zeigt, daß die Weibchen selbst vieler Tagschmetterlinge das erste beste Männchen annehmen. Auch für den Fall, daß die Weibchen die prächtiger gezeichneten sind, wie etwa beim Kohlweißling, gilt genau das Entsprechende. Verfasser konnte im Laufe vieljähriger Beobachtungen bei Gelegenheit von umfangreichen Züchtungsversuchen mit Kohlweißlingen feststellen, daß die Männchen in keiner Weise von der sichtbaren Beschaffenheit der Weibchen angelockt werden. Solche Weibchen, deren Flügel zerschlissen und ganz unansehnlich geworden sind, kommen ebensogut zur Paarung wie ganz unversehrte oder wie solche, bei denen die schwarzen Flecken, die sie vor den Männchen voraus haben, stärker entwickelt sind als bei anderen. Irgendwelche tatsächliche Grundlage hat also die geschlechtliche Zuchtwahl nicht.

Nun bedingt der Bau des Schmetterlingsauges eine sehr geringe Lichtstärke des Netzhautbildes und außerdem eine

sehr große Kurzsichtigkeit der Tiere. Das Auge erkennt nur auf außerordentlich geringe Entfernungen die Einzelheiten der Gegenstände. Eine Auswahl durch den Gesichtssinn ist daher so gut wie ausgeschlossen, da ja die Färbungsunterschiede aus einiger Entfernung gar nicht wahrgenommen werden können. Aber nicht nur das. Die Geschlechter suchen sich in erster Linie überhaupt nicht mit Hilfe des Auges auf, sondern mit Hilfe des Geruchssinnes. Die Insekten und namentlich die Schmetterlinge leisten in Geruchswahrnehmungen ganz Außerordentliches. Sie besitzen besondere Duftorgane (sogenannte Duftschuppen, Dufthaare, Duftdrüsen), und deren Ausscheidungen sind es, welche die Männchen oft aus unglaublich großen Entfernungen anlocken. Wenn man ehedem diese Sexualgerüche nicht bemerkt hat, so liegt das daran, daß sie für die menschliche Nase meist überhaupt nicht wahrnehmbar sind. Aber wo bleibt da die Heranzüchtung von Färbungen durch die geschlechtliche Zuchtwahl? Dies eine Beispiel allein genügt, sie als unhaltbar zu beweisen.

Endlich haben wir uns noch kurz zu beschäftigen mit den Kämpfen, welche die Männchen vieler Tiere miteinander zur Paarungszeit ausführen. Weil in der Regel das stärkere Männchen das schwächere besiegt, hindert es dieses an der Fortpflanzung. Das soll nicht nur für die Erhaltung der Art von Vorteil sein, sondern dadurch sollen auch die Waffen vieler Männchen gezüchtet worden sein. Auch diese Beweisführung kann den Darwinismus nicht retten. Denn das Ergebnis dieser Kämpfe ist keineswegs immer, daß das stärkere Männchen das schwächere für die Fortpflanzung tatsächlich ausscheidet. Ferner aber haben auch in diesen Fällen, ebenso wie bei der natürlichen Zuchtwahl, ganz kleine Unterschiede zwischen den Männchen gar keinen Selektionswert. Alles, was gegen die natürliche Zuchtwahl grundsätzlich ins Feld geführt werden muß, gilt eben auch hier. Ein Eingehen auf Einzelheiten verlohnt sich nicht. Nur auf eins möge noch hingewiesen werden. Die moderne Vererbungsforschung hat gezeigt, daß die äußere körperliche Beschaffenheit sich keineswegs ohne weiteres deckt mit den

inneren Erbqualitäten. Es ist daher durchaus nicht gesagt, daß der stärkere Sieger bessere Erbqualitäten besitzt als der jüngere, unterlegene Nebenbuhler. Es kann auch durchaus umgekehrt sein. Die Auslese durch die Brunstkämpfe der Männchen und die Balgereien und Beißereien zur Paarungszeit können daher auch von diesem Gesichtspunkt aus gar nicht ohne weiteres als geeignet für die Weiterzüchtung bestimmter Eigenschaften angesprochen werden.

Das Gesagte genügt völlig, um dem Leser von der wirklichen Sachlage eine Vorstellung zu geben.

Man mag nehmen, was man will, die Methode oder die sachliche Seite der Zuchtwahllehre, den Kampf ums Dasein oder die natürliche und die geschlechtliche Zuchtwahl; bleibt man nicht an der Oberfläche kleben, dringt man tiefer in die Tatsachen und die Zusammenhänge ein, dann kommt man überall zu dem einen übereinstimmenden Ergebnis, nämlich daß der ganze Darwinismus unhaltbar ist; er bricht auf der ganzen Linie rettungslos zusammen.

III. Kritik des Neu-Darwinismus

Bei der Kritik des Neu-Darwinismus können wir uns verhältnismäßig kurz fassen. Von dem älteren Darwinismus unterscheidet er sich vor allem dadurch, daß er eine ausreichende Vererbungsgrundlage für die Zuchtwahllehre zu besitzen glaubt, indem nach ihm nicht so sehr die äußeren Eigenschaften als vielmehr durch diese die besonderen Eigenschaften des Keimplasmas ausgelesen werden. Aber auch dadurch kann die Zuchtwahl nicht gerettet werden. Denn immer sind es ja die gleichen äußeren Eigenschaften, an welchen die Auslese angreift, und deshalb ist mit dem Nachweis der Unmöglichkeit des älteren Darwinismus seine neuere Form ohne weiteres erledigt. Denn die Auslese soll sich ja in gleicher Weise vollziehen, nur insoweit noch in bedeutungsvollerem Maße, als nun die Naturzüchtung allein es sein soll, welche all die verschiedenen Arten hervorgebracht hat. Alles was in obiger Kritik gegen die Zuchtwahl angeführt wurde,

gilt daher in gesteigertem Maße hinsichtlich des Neu-Darwinismus.

Auch bei letzterem handelt es sich nicht darum, daß die Auslese die Erhaltung von bereits Gebildetem bewirkt, sondern daß sie die Entstehung von Neubildungen erklären soll. Als solche werden hier nicht so sehr die äußeren Eigenschaften angesehen als vielmehr die Abänderungen der Determinanten, für deren Auslese die äußeren Eigenschaften lediglich den Angriffspunkt bieten. Man kann allerdings bei kritischen Einwänden öfters von darwinistischer Seite die Behauptung hören, die erste Entstehung der Neubildungen sei natürlich vorauszusetzen, aber wenn etwas gebildet sei, dann wäre es durch die Zuchtwahl weiter entwickelt worden. Es muß mit Nachdruck betont werden, daß das lediglich ein Ausweichen vor der Kritik ist; kehrt man den Rücken, dann heißt es flugs wieder: die Auslese im Kampfe ums Dasein bringe die mannigfaltigen und zweckmäßigen Formen hervor. Ist aber die angeführte Entgegnung wirklich ernst gemeint, so bedeutet sie ja nichts anderes als das, was unsere ganze Kritik anstrebt, nämlich ein Aufgeben des Darwinismus, der doch die Entstehung der Arten erklären will.

Der Grund für die Variabilität der Organismen, die ja auch der Neu-Darwinismus zum Ausgangspunkt der Stammesentwicklung nimmt, ist nach dessen Anschauungen ein dreifacher. Zunächst liefert die zweigeschlechtliche Fortpflanzung immer neue Verschiedenheiten, indem bei der Befruchtung zwei Zellen ihr Keimplasma mischen, wodurch immer neue Eigenschaftskombinationen hergestellt werden. In Wirklichkeit ist das nur eine Scheinerklärung für die erste Entstehung mannigfaltiger Unterschiede. Denn wenn die Keimplasmen der Eltern sich nicht unterscheiden, dann kann auch durch Vermischen zweier solcher Keimplasmen nichts Neues entstehen. Also auch hier wird bereits vorausgesetzt, was zu erklären war.

An zweiter Stelle wird die erste Abweichung des Keimplasmas von der ererbten Beschaffenheit zurückgeführt auf direkte Einwirkung äußerer Umstände auf das Keimplasma der Fortpflanzungszellen selbst. Es ist gewiß möglich, daß

dadurch eine Veränderung der Erbmasse erfolgt. Aber der Grundsatz des Darwinismus, daß alles durch Zuchtwahl entstehe, wird damit von den Anhängern des Neu-Darwinismus selbst durchbrochen. Außerdem müssen die so erzielten Abänderungen ganz erheblich sein, wenn sie irgendwie für die Stammesentwicklung in Frage kommen sollen, denn ganz geringe Abänderungen bieten für die Zuchtwahl keine Handhabe. Dann ist aber die Zuchtwahl erst recht nebensächlich für die Entstehung der Neubildung.

Drittens endlich werden als Ausgang der erblichen Verschiedenheiten spontane Abänderungen des Keimplasmas oder, wie man sagt, spontane Keimesvariationen angenommen. Das ist selbstverständlich eine bloße Redensart. Wenn spontan soviel heißen soll wie „von selbst", so ist das ganz unzulässig, denn von selbst entsteht in der Natur nichts. Soll es aber heißen „aus nicht näher bekannten Ursachen", so wird dadurch in Wirklichkeit ja gar nichts erklärt. Man sieht also schon aus dieser kurzen Überlegung, daß auch der Neu-Darwinismus die Entstehung der ersten Entwicklungsfortschritte in den meisten Fällen einfach voraussetzt.

Die spezifische Grundlage für den Neu-Darwinismus ist die Weismannsche Keimplasmalehre. Gerade sie sollte die Stammesentwicklung unabhängig machen von den älteren Lamarckistischen Bestandteilen und einen ausreichenden Unterbau durch die Erklärung der Embryonalentwicklung und der Vererbungsvorgänge liefern.

Läßt sich diese Keimplasmalehre widerlegen oder läßt sich zeigen, daß sie keine allgemeine Gültigkeit besitzt, so wird naturgemäß dem Neu-Darwinismus die Grundlage entzogen.

Prüfen wir nun der Reihe nach die Hauptsätze dieser Lehre.

Nach Weismann ist jedes Organ und jede Eigenschaft durch besondere Determinanten im Ei vorgebildet. Dann muß jeder Teil des Keimes sich so entwickeln, als ob er ganz allein da wäre; die Entwicklung muß reine „Mosaikarbeit" sein. Wie die einzelnen Steinchen eines Mosaikbildes sich zum Ganzen zusammenfügen, ohne daß sie sich gegenseitig beeinflussen und dadurch etwas für das Ganze schaffen, so

entstehen auch die Organe nur kraft ihrer Vorherbildung oder Präformation durch die Determinanten.

Es ist nicht schwer, das Unrichtige dieser Auffassung auf experimentellem Wege darzutun. Es genügt ein Beispiel.

Das Auge der Wirbeltiere entwickelt sich so, daß vom embryonalen Gehirn her sich Ausstülpungen bilden, welche gegen die Kopfhaut vorwachsen (Fig. 35).

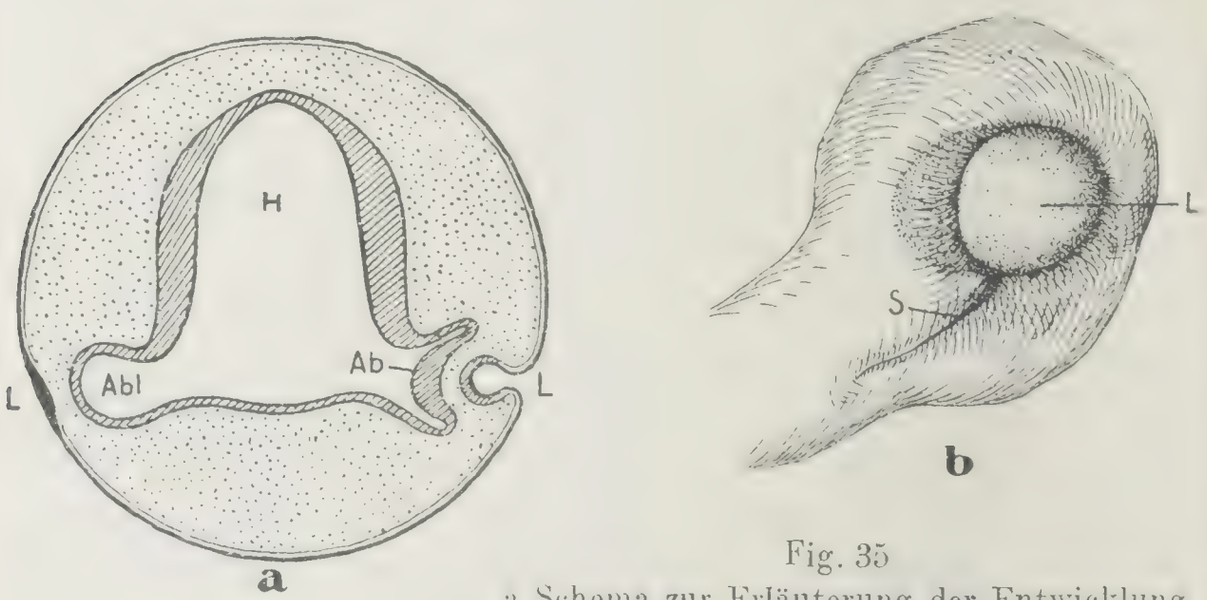


Fig. 35

a Schema zur Erläuterung der Entwicklung des Wirbeltierauges und seiner Linse

Das Schema stellt einen Querschnitt durch den Kopf eines Embryos dar. Vom Hirn (H) hat sich links die Augenblase (Abl) vorgestülpt; die Linse (L) ist in Form einer Verdickung der Kopfhaut angelegt. Rechts ein späteres Stadium: Die Augenblase ist zum Augenbecher (Ab) geworden; die Linse hat die Form eines Säckchens angenommen (L)

b Ansicht des Augenbechers eines menschlichen Embryos (nach Kollmann); die Linse (L) ist von ihrem Ursprungsort losgelöst und von den Rändern des Augenbechers umfaßt. S sogenannter Augenspalt, eine Einkerbung des Randes des Augenbechers, durch welche vor allem Blutgefäße in die Augenanlage eindringen

Diese Ausstülpungen haben erst die Form von Blasen, dellen sich dann aber an ihrer vorderen Fläche ein, so daß sie becherförmig werden. Wenn sie sich der Kopfhaut nähern, senkt sich von dieser ein kleines Säckchen dem Augenbecher entgegen (Fig. 36); dieses Säckchen schnürt sich von seinem Ursprungsort ab und wird zu einem Bläschen. Aus ihm entsteht die Augenlinse, welche von den Rändern des Augenbechers umfaßt wird. Nun kann man bei vielen Tieren den Augenbecher operativ entfernen, bevor es zur Anlage einer Linse gekommen ist. Dann zeigt sich in manchen Fällen,

daß nunmehr auch die Entwicklung der Linse unterbleibt, obwohl der Eingriff so vorgenommen worden ist, daß die Linsenbildungsstelle in keiner Weise verletzt oder verändert wurde. Daraus folgt, daß erst infolge der Einwirkung des Augenbechers auf die Kopfhaut die Linse gebildet wird.

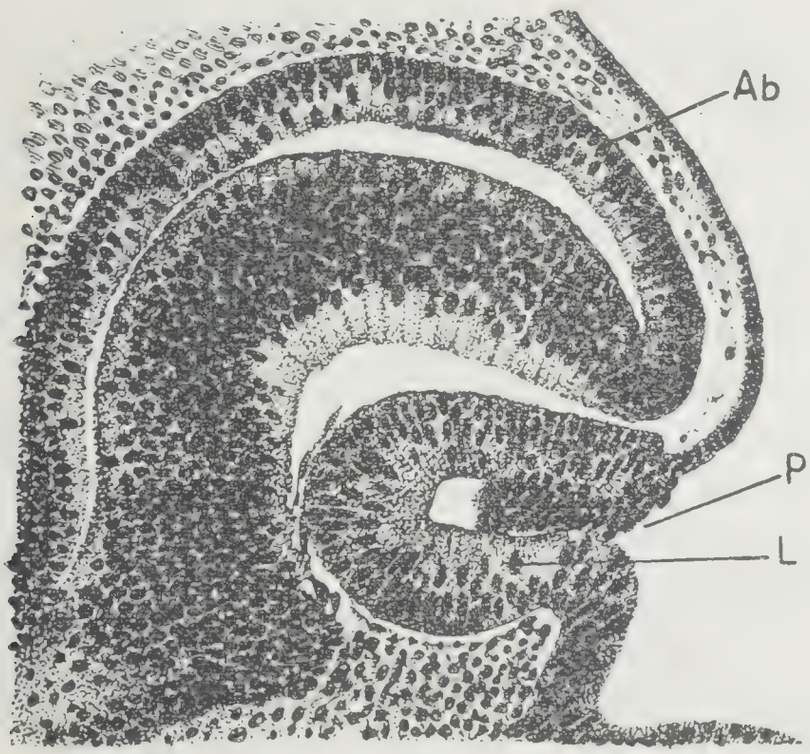


Fig. 36

Schnitt durch die Augenanlage eines Schweineembryos. Der Schnitt geht (unten in der Figur) durch den embryonalen Augenspalt (vgl. Fig. 35 b), so daß der Augenbecher hier unvollständig erscheint

Ab Augenbecher, der infolge der Eindellung der ursprünglichen Augenblase zweischichtig ist; die innere, bereits sehr verdickte Wandschicht wird zur Netzhaut; L Linsensäckchen, noch in Zusammenhang mit der Kopfhaut; P Pfropf abgestoßener, zugrunde gehender Zellen; dieser Pfropf fehlt bei anderen Tieren. Von unten her dringen zwischen Linsensäckchen und Augenbecher Bindegewebszellen ein, welche an der Entwicklung des späteren Glaskörpers teilnehmen

Von reiner Präformation derselben kann gar keine Rede sein. Auch ist die Entwicklung in diesem Falle keine Mosaikarbeit, sondern gerade die gegenseitigen Beziehungen von embryonalen Teilen sind es, welche die Entwicklung eines bestimmten Organs verursachen. Solche Entwicklungsbeziehungen sind auf mancherlei Weise und an den verschiedensten Organen nachgewiesen worden. Man faßt sie unter der Be-

zeichnung Entwicklungsrelationen oder — wenn die Beziehungen wechselseitige sind — Entwicklungskorrelationen zusammen. Ihr Vorkommen beweist, daß der erstgenannte Satz der Weismannschen Keimplasmalehre zum mindesten keine allgemeine Gültigkeit hat.

Der zweite Satz verlangt „erbungleiche" Verteilung der einzelnen Determinantengruppen auf die verschiedenen Embryonalteile und Zellen. Auch das kann man experimentell untersuchen.

Die ersten Schritte der Embryonalentwicklung bestehen in mehrfachen Teilungen der Eizelle. Vielfach wird dabei das Ei zuerst derartig in zwei Tochterzellen zerlegt, daß durch die Teilungsebene die spätere rechte und linke Körperhälfte geschieden werden. Würde nun die ungleiche Verteilung der Keimplasmabestandteile zutreffen, dann müßte von jetzt ab jede der beiden Zellen nur noch einen halben Embryo liefern können. Wenn man aber etwa bei dem Ei des Molches diese beiden ersten Zellen künstlich voneinander trennt, dann liefert trotzdem jede der Zellen ein ganzes Tier. Aus dem einen Ei entstehen so zwei normale Molche. Das ist selbstverständlich nur möglich, wenn jede der beiden Tochterzellen das volle Keimplasma mitbekommen hat. Ist nur eine unvollständige Trennung der beiden ersten Zellen vorgenommen worden, so entsteht ein Tier mit teilweise verdoppeltem Körper, etwa mit zwei Vorderenden und zwei Köpfen (Fig. 37).

Fig. 37
Junger Molch mit experimentell erzeugter Verdoppelung des Vorderendes (nach Spemann)

Es gibt sehr viele Tatsachen, welche das gleiche beweisen, nämlich daß nicht jede Embryonalzelle bloß einen Teil des Keimplasmas erhält, sondern die volle ungekürzte Erbmasse. Nur auf einige möge noch aufmerksam gemacht werden.

Trennt man beim Seeigelkeim die ersten vier Embryonalzellen (Furchungszellen oder Blastomere) voneinander, so geht aus jeder der Zellen, welche normalerweise nur ein Viertel des Tieres liefern, ein ganzes Tier mit allen Organen hervor; aus dem einen Ei erhält man also vier Larven. Ja, selbst wenn man ein weiter fortgeschrittenes Keimesstadium des Seeigels, die sogenannte Blastula, in mehrere Teile zerschneidet, kann man unter Umständen aus jedem Teilstück noch einen ganzen Seeigel sich entwickeln sehen. Auch die normale Entstehung von Zwillingen ist in vielen Fällen auf eine sehr frühzeitige Spaltung des Keimes zurückzuführen. Ebenso finden manche Mißbildungen (Doppel- und Mehrfachbildungen) auf diese Weise ihre Erklärung. Bei einzelnen Tieren tritt eine Spaltung des Keimes regelmäßig ein. Die Folge davon ist die Entwicklung mehrerer oder gar vieler Junge aus einem einzigen Ei. Etwas derartiges gilt z. B. für die Gürteltiere, bei denen ein Ei jedesmal mehrere Junge liefert; auch unter den Insekten gibt es solche Fälle. Alles das ist natürlich nur möglich, wenn keine differentielle, für die einzelnen Tochterzellen des Eies erbungleiche Verteilung des Keimplasmas stattfindet, sondern eine erbgleiche, so daß alle Embryonalzellen das ganze Keimplasma enthalten.

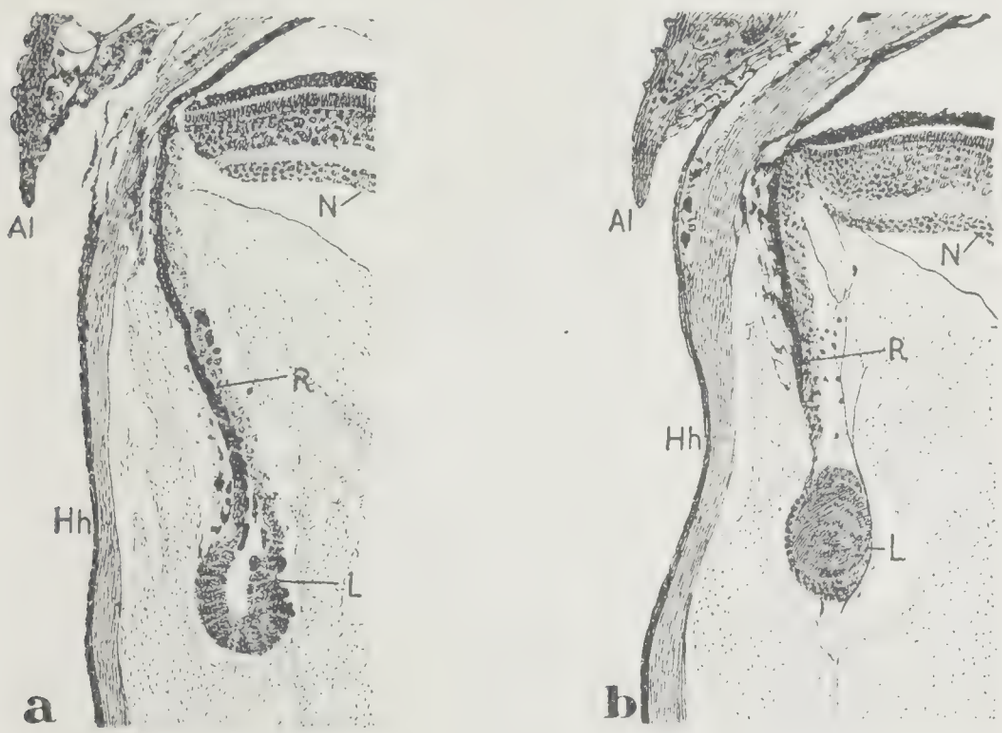
Aber nicht nur die Embryonalzellen, auch die Gewebszellen des entwickelten Körpers müssen es besitzen, wenn das normalerweise auch nicht zum Ausdruck kommt.

Den Besitz der Körperzellen an Keimplasma oder an Determinanten kann man erkennen bei den Vorgängen der Regeneration. Darunter versteht man kurz gesagt die Wiedererzeugung verlorengegangener Teile und Organe, eine Fähigkeit, die vielen Tieren eigentümlich ist. Im allgemeinen besitzen vor allem die einfach gebauten Tiere ein großes Regenerationsvermögen, während höher organisierte es mehr oder minder vermissen lassen. Auch ist die Fähigkeit zu

Ersatzbildungen bei jugendlichen Organismen größer als bei älteren. Aber bei Berücksichtigung dieser Einschränkungen kann man sagen, daß es kaum ein Gewebe und kaum ein Organ gibt, das nicht — entweder bei dem einen oder bei dem anderen Tier — regenerieren kann. Damit in engem Zusammenhang steht die Fähigkeit vieler Tiere, sich durch Teilung zu vermehren. Dabei ergänzt jedes Teilstück die ihm fehlenden Organe nachträglich. Besonders einleuchtend für unsere Darlegungen sind aber die Fälle von Regeneration nach Verletzungen. Wenn z. B. einem Regenwurm das Vorderende seines Körpers abgeschnitten wird, so wird alsbald das verlorengegangene Stück mit allen seinen Geweben und Organen neugebildet. Das Zellmaterial dazu stammt aus den an die Wunde angrenzenden Gewebszellen. Diese müssen also auch Determinanten für das verlorene Vorderende enthalten, also mehr, als für ihre eigene Entwicklung notwendig gewesen sind. Oder wenn man einem Seestern einen seiner fünf Arme abtrennt, so wächst dem Tier allmählich ein Ersatzarm, der durchaus von normaler Beschaffenheit ist. Aber nicht nur das. Bei entsprechender Lage der Trennungsstelle geht auch der Arm nicht zugrunde, sondern an ihm entsteht ein neuer Rumpf mit vier Armen, so daß schließlich ein normaler Seestern mit fünf Armen vorhanden ist. Solche Dinge sind nur möglich, wenn die Zellen des Armes auch das Keimplasma für die regenerierten Teile in sich bergen, wenn sie mit anderen Worten von der Eizelle das volle Keimplasma mitbekommen haben.

Ein besonders schöner Fall von Ersatzbildung findet sich bei den Molchen. Oben ist dargelegt worden, daß die Augenlinse der Wirbeltiere sich aus der äußeren Kopfhaut des Embryos entwickelt. Entfernt man nun bei einem erwachsenen Molch durch eine Art Staroperation die fertige Augenlinse, so wird sie neugebildet, und zwar auffallenderweise aus dem oberen Rande der Regenbogenhaut (Iris), welche weder verletzt worden ist noch in der normalen Entwicklung etwas mit der Linsenbildung zu tun hat. Wie die Figur 38 zeigt, entsteht am oberen Pupillenrande ein kleines Säckchen, das sich ablöst und zur Linse wird. Die Ersatzbildung ist so voll-

kommen, daß sie von einer normalen Linse nicht zu unterscheiden ist. Man kann sogar außer der Linse den ganzen Glaskörper und die ganze Netzhaut des Molchauges entfernen; dann werden alle diese komplizierten Teile von der



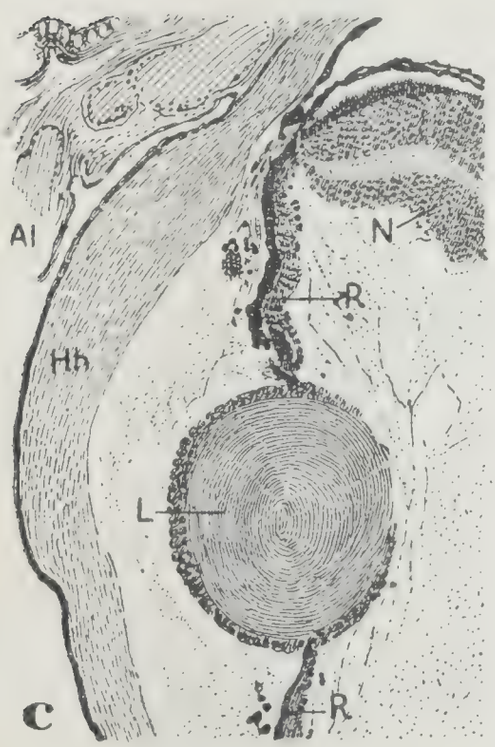


Fig. 38
Regeneration der operativ entfernten Augenlinse von Triton
a erste Anlage des neuen Linsensäckchens am oberen Rande der Pupille aus der Regenbogenhaut (Iris). b Die Linse beginnt sich loszulösen. c Fast fertig regenerierte Linse. Al oberes Augenlid; Hh Hornhaut des Auges; R Regenbogenhaut; N Netzhaut; L Linse

Iris aus wiedergebildet. Es ließen sich noch ungezählte Beispiele für die Regenerationsvorgänge anführen; wir können es hier unterlassen. Denn das Gesagte beweist zur Genüge: nur wenn alle Zellen, nicht bloß die Zellen der Keimbahn, das volle Keimplasma von der Eizelle her mitbekommen haben, wenn also nicht erbungleiche, sondern erbgleiche Teilung die Embryonalentwicklung beherrscht, ist die Regeneration möglich. Insbesondere ist nur dann eine Re-

generation möglich aus Geweben, welche hochspezialisiert sind wie die Zellen der Regenbogenhaut und welche in der normalen Entwicklung zu der Entstehung des regenerierten Organs gar keine Beziehungen haben. Um die Regeneration im Einklange mit der Weismannschen Keimplasmalehre zu erklären, müßte man noch ein Reserve-Keimplasma annehmen, das in der Embryonalentwicklung nicht erbungleich verteilt würde; es träte dann erst bei der Regeneration in Tätigkeit. Aber diese Hypothese versagt völlig, wenn die Regeneration sich nicht nur einmal vollzieht, sondern wenn sie nach wiederholter Entfernung der Ersatzbildung wieder und wieder eintritt oder wenn statt des normalen Ersatzes mehrfache und vielfache Regenerate an derselben Stelle gleichzeitig gebildet werden. Für all das gibt es eine große Anzahl experimenteller Tatsachen als Belege. Man würde mit der Annahme von Reserve-Keimplasmen ins Uferlose geraten.

Ein zweites noch geht aus den angeführten Tatsachen hervor. Es ist nicht möglich, daß alle die entstehenden Bildungen in der Eizelle durch besondere Determinanten vorgebildet sein können. Die normale Embryonalentwicklung ließe sich zur Not so vorstellen, daß sie die Wirkung eines Determinantenapparates sei, aber wir sehen, daß ja der Organismus je nach dem Eingriff ganz abweichende Dinge leistet. Wären auch diese wirklich alle auf vorgebildete Determinanten des Keimplasmas (auf Präformation) zurückzuführen, dann müßten auch für das abnorme und experimentell veranlaßte Geschehen neben den Anlagen für das normale alle Determinanten bereit liegen. Das kann unmöglich zutreffen. Abgesehen von anderen Überlegungen ist das schon aus dem Grunde nicht möglich, weil für alle diese stofflichen Anlagen, die zu einem großen Teil nie in Tätigkeit treten, gar kein Platz in den Keimzellen vorhanden wäre. Das letztere gilt natürlich in erhöhtem Maße, wenn man die Präformation auch des normalen und anormalen Geschehens bei der Regeneration durch Annahme der dann notwendigen zahlreichen Reserve-Keimplasmen zu retten sucht (vgl. oben).

Als dritter Hauptsatz der Weismannschen Lehre hat zu gelten die scharfe Trennung zwischen Keimbahn und Soma. Wir sehen aber schon aus dem Vorhergehenden, daß diese Trennung in Wirklichkeit gar nicht besteht. Denn das Wesentlichste dieser Trennung, der Unterschied im Verhalten des Keimplasmas, ist nicht vorhanden. Sowohl die Zellen der Keimbahn und damit die Fortpflanzungszellen als auch die Körperzellen erhalten ja das volle ungekürzte Keimplasma. Die Keimdrüsen mit den Geschlechtszellen sind auch ganz gewiß nicht Fremdkörper im Organismus, sondern ebenso ein wesentlicher Bestandteil wie jedes andere Organ. Die Trennung, welche Weismann vorgenommen hat und welche in weiten Kreisen wie ein Dogma angesehen wird, ist eine künstliche und rein begriffliche. Wenn aber dieser grundsätzliche Gegensatz gar nicht besteht, dann wird auch die Beeinflussung der Keimzellen durch den umgebenden Körper wieder in den Bereich der Möglichkeit gerückt, mit anderen Worten, dann besteht die Möglichkeit der Vererbung erworbener Eigenschaften. Ob sie tatsächlich vorkommt, darüber soll im nächsten Abschnitt noch einiges gesagt werden.

Hier genügt es uns, festzustellen, daß durch die Weismannsche Keimplasmalehre die vom Lamarckismus geforderte Erblichkeit solcher Eigenschaften, welche der Organismus im Laufe seines individuellen Lebens erwirbt, nicht widerlegt werden kann.

Fassen wir alles zusammen, dann ergibt sich, daß die in der Keimplasmalehre Weismanns gesuchte moderne Unterlage des Darwinismus nicht haltbar ist. Sie steht in schroffem Widerspruch vor allem zu experimentellen Tatsachen. Schon dadurch wird der gesamte Neu-Darwinismus hinfällig, ganz abgesehen davon, daß seine an den älteren Darwinismus anknüpfenden Bestandteile, wie genugsam gezeigt worden ist, der Wirklichkeit des Geschehens nicht entsprechen. Der Neu-Darwinismus hatte gegenüber dem älteren den Vorteil, konsequent zu sein, indem er alle Lamarckistischen Elemente ablehnte. Aber da er die Möglichkeit einer Verbindung zwischen Soma und Keimbahn nicht widerlegen kann,

verliert er diesen Vorzug wieder. Er hat nur in Worten, aber nicht in Wirklichkeit dem Darwinismus eine bessere Position geschaffen, indem er nur scheinbar die Schwierigkeiten der Vererbung äußerer Einwirkungen beseitigte. Das Schlußurteil kann nicht anders lauten, als daß der ganze Darwinismus ein großer Irrtum war.

IV. Kritik des Lamarckismus

a) Die Bedeutung äußerer Faktoren für die Stammesentwicklung

Wenn nun der Darwinismus unhaltbar ist, trifft dann der Lamarckismus das Richtige?

Diese Frage wird dadurch nahegelegt, daß gewöhnlich die beiden Erklärungssysteme einander mit einem „entweder — oder" gegenübergestellt werden.

Es muß aber betont werden, daß von vornherein die beiden Erklärungssysteme keineswegs die einzig möglichen sind und darum eine Beweisführung zugunsten des Lamarckismus durch eine bloße Kritik des Darwinismus nicht ausreichen kann. Das „entweder — oder" ist in diesem Falle wohl historisch berechtigt, aber doch nur ein Denkschema, das ein bequemes Abwägen der beiden Systeme gegeneinander erleichtert, aber keineswegs die ganze Frage voll umfaßt.

Der Kernpunkt des Lamarckismus, auch in seiner neueren Form, gipfelt in dem Satz: die Zweckmäßigkeit und die Anpassung der Lebewesen ist dadurch entstanden, daß die Funktion der Organe und die Einflüsse der Umwelt zunächst den Körper des Tieres veränderten, so daß dieser eine den äußeren Einwirkungen entsprechende Beschaffenheit annahm. Bei wiederholter gleichgerichteter Einwirkung wurden dann die Veränderungen und Neuerwerbungen erblich und führten eine neue Stufe der Stammesentwicklung herbei. Selbstverständlich wird dabei die Möglichkeit, den äußeren Einflüssen entsprechend zu reagieren, vorausgesetzt. Diese Möglichkeit erscheint als eine von vornherein gegebene Eigentümlichkeit der Lebewesen.

Ist es nun notwendig, daß äußere Faktoren überhaupt in die Stammesentwicklung eingegriffen haben? Jedenfalls steht fest, daß innere Ursachen allein die Stammesentwicklung nicht erklären können. Denn dann müssen sie von vornherein im Urlebewesen vorhanden gewesen sein, da sie ja nicht nachträglich von außen hineingebracht sein sollen. Das heißt mit anderen Worten aber, daß schon das erste Lebewesen alle Anlagen für die ganze Stammesentwicklung und für die Entwicklung der jetzt lebenden Endformen besaß. Es ist dann gar nicht einzusehen, weshalb es mit der Entwicklung dieser Anlagen ungeheure Zeiträume hindurch gewartet haben sollte. Vielmehr wäre anzunehmen, daß dann auch die Entwicklung gleich bis zu ihren Endpunkten durchgeführt worden wäre. Wir hätten eben vollständige Präformation nicht nur der Embryonalentwicklung, sondern auch der Stammesentwicklung anzunehmen, und ein Grund für die erst allmähliche Entfaltung der Stammesanlagen ist gar nicht vorhanden. Die Annahme lediglich innerer Faktoren macht die Anschauung von einer allmählichen Entwicklung der Arten geradezu widersinnig. Die Entwicklung der Arten anzunehmen hat nur dann Sinn, wenn ursprünglich nicht alle Anlagen für das Endprodukt im Stammorganismus vorhanden waren, so daß erst nach und nach neue Anlagen erworben werden mußten. Bloß innere Ursachen können diese Neuerwerbungen nicht bewirkt haben, denn dann kommt man nicht los von der vollständigen Präformation und die gekennzeichnete Schwierigkeit wird nicht beseitigt. Also müssen äußere Ursachen mit eingegriffen haben.

Die grundsätzliche Annahme einer Beteiligung äußerer Ursachen oder Faktoren an der Stammesentwicklung ist daher eine Forderung, welche gar nicht umgangen werden kann. Eine zweite Frage ist natürlich, ob die herrschende Form des Lamarckismus dieser Forderung der Wirklichkeit entsprechend gerecht wird und ob sie zur Erklärung der Stammesentwicklung wirklich ausreicht.

Wir wollen nun zunächst an Hand einiger Tatsachen prüfen, ob die grundsätzliche Möglichkeit einer Ver-

erbung erworbener Eigenschaften wirklich vorhanden ist, denn das ist ja letzten Endes die zu entscheidende Frage.

Es wird auch von den Anhängern des Neu-Darwinismus nicht bestritten, daß die im Keimplasma ruhenden Erbanlagen an sich veränderbar sind. Das ist ja überhaupt die Voraussetzung für die Descendenztheorie. Auch wird von allen Seiten zugegeben, daß äußere Einflüsse eine solche Änderung herbeiführen können. Der Streit dreht sich nur um die Frage, auf welchem Wege das Keimplasma von erblich wirksamen Einflüssen getroffen werden kann.

Sicherlich vermögen äußere Einflüsse die Erbanlagen zu verändern, wenn letztere unmittelbar getroffen werden. Eine direkte Beeinflussung des Keimplasmas durch Temperatur, Feuchtigkeit und andere Bestandteile der Umwelt, welche unmittelbar die Fortpflanzungszellen in Mitleidenschaft ziehen, wird auch jedenfalls zu gewissen Änderungen der körperlichen Eigenschaften und der Organe führen. Und so mögen einzelne Besonderheiten darin ihre Erklärung finden. Es ist aber mehr als zweifelhaft, ob auf diesem Wege auch ganz neue Erbanlagen, die sicherlich im Laufe der Phylogenese entstanden sind, hervorgebracht werden können. Vollends unmöglich aber ist es, sich vorzustellen, daß durch solche direkte Beeinflussung der Erbanlagen etwa die ganz dem Leben in der Luft angepaßte Beschaffenheit eines Vogelflügels entstanden sei. Für die Erklärung der allermeisten Anpassungen versagt die direkte Wirkung äußerer Einflüsse auf das Keimplasma. Der Darwinismus half sich hier mit der Auslese, die aus zufällig erzeugten Varianten die zweckmäßige Bildung aussucht. Aber wie wir gesehen haben, ist das unmöglich. Es bleibt also nur das Suchen nach einem anderen Wege übrig.

Dieser andere Weg ist der, daß nicht direkt das Keimplasma in der zweckmäßigen Richtung verändert wird, sondern erst das betreffende körperliche Organ. Von diesem erst geht ein Einfluß auf das Keimplasma aus derart, daß bei den Nachkommen die Veränderung des Organs erblich wird. Wir haben also eine indirekte Beeinflussung durch Vermittlung

des Körpers oder, wie man sagt, eine somatische Induktion (Soma = Körper).

Daß dieser Gedanke an sich einleuchtend ist, genügt natürlich ebensowenig zum Nachweis seiner Richtigkeit wie für das auf den ersten Blick sehr zusagende Prinzip des Darwinismus. Es muß vielmehr gefordert werden, daß diese Erklärung eine notwendige Folgerung aus den Tatsachen ist.

Wenn zuzugeben ist, daß äußere Faktoren die Erbanlagen überhaupt ändern können, sofern sie das Keimplasma selbst treffen, so muß auch die Möglichkeit bestehen, daß ein in seiner gesamten Beschaffenheit veränderter Körper einen solchen abändernden Einfluß auf die Erbanlagen in seinen Keimzellen ausüben kann. Denn die Beziehungen der letzteren zu dem Körper, in dem sie entstehen, sind viel enger als diejenigen zur äußeren Umwelt des Körpers. Ferner ist zu beachten, daß die grundsätzliche Trennung des Tieres in Soma und Keimbahn nicht besteht. Von vornherein ist also die Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften durchaus richtig gestellt.

Es kann nicht unsere Aufgabe sein, all dasjenige, was als Beweis für diese lamarckistische Anschauung beigebracht worden ist, hier anzuführen. Wir müssen uns mit einigen wenigen Beispielen begnügen.

Die Beweise lassen sich in zwei Gruppen einteilen: in Indizienbeweise und solche, welche auf experimentellem Wege gewonnen worden sind.

Von der ersteren Gruppe mögen folgende erwähnt werden.

Das sogenannte Warzenschwein (*Phacochoerus*), das in Afrika lebt, pflegt beim Äsen auf dem Handrücken zu rutschen. Im Einklang mit dieser eigentümlichen Bewegungsweise steht es, daß auf den Handgelenken besondere Schwielen vorhanden sind, welche anderen Schweinen völlig fehlen. Nun ist es eine bekannte Tatsache, daß solche Schwielen durch ständigen Druck auf die äußere Haut gebildet werden. Die Schwielen des Warzenschweines erscheinen deswegen zunächst als Erwerbungen infolge der besonderen Lebensweise des Tieres. Untersucht man die Embryonalentwicklung, dann stellt sich aber heraus, daß diese Schwielen schon vor

der Geburt angelegt werden, daß sie also erblich sind. Will man diese letztere Tatsache in Verbindung bringen mit der Lebensweise des Tieres und mit der Allgemeinerscheinung, daß durch häufig wiederholten Druck auf die Haut Schwielen entstehen, dann muß man annehmen, daß die ursprünglich von jedem einzelnen Warzenschwein im Laufe seines Lebens erworbenen Schwielen erblich geworden sind, mit anderen Worten, daß eine Vererbung erworbener Eigenschaften vorliegt, die dadurch zustande kam, daß der veränderte Körper des Schweines einen abändernden Einfluß auf die Keimzellen ausübte.

Ein ganz entsprechendes Beispiel liefert die Fußsohle des Menschen. Die Verschwielung derselben zeigt Unterschiede, indem diejenigen Stellen, welche beim Gehen stärkerem Drucke ausgesetzt sind, auch stärker verschwielt sind als diejenigen, welche eine geringere Belastung auszuhalten haben. Aber auch diese Schwielen sind bereits beim Embryo angelegt, und zwar in stärkerer Ausprägung an denjenigen Stellen, welche später am meisten belastet werden. Die Verknüpfung der Tatsachen ist hier die gleiche wie in dem zuerst genannten Falle: Auch die Schwielen der menschlichen Fußsohle stellen eine erblich gewordene erworbene Eigenschaft dar. Äußere Faktoren — hier die Belastung während des Gebrauchs der betreffenden Organe — haben den Körper zunächst in bestimmter Weise verändert, und diese durchaus zweckmäßige Veränderung ist im Laufe der Zeit erblich geworden.

Das Brustbein der gut fliegenden Vögel zeigt einen hohen Kamm, der den starken Flügelmuskeln zum Ansatz dient (vgl. oben S. 63). Es ist aber erwiesen, daß starker Muskelzug auf die Dauer die Form des Knochens, besonders die Form und Größe der Muskelansätze beeinflußt. Da aber der Brustbeinkamm erblich ist, lassen sich die Tatsachen so miteinander in Einklang bringen, daß zunächst der Brustbeinkamm infolge des starken Muskelzuges beim Fliegen stets wieder aufs neue entstand, bis er schließlich durch somatische Induktion erblich wurde.

Diese willkürlich herausgegriffenen Fälle mögen genügen, um die Indizienbeweise für die Beteiligung äußerer Faktoren an der Stammesentwicklung und vor allem an der zweckmäßigen Entwicklung zu kennzeichnen. Es kann nicht geleugnet werden, daß die gegebene Erklärung auf den ersten Blick außerordentlich zusagt und auch in sich widerspruchslos ist. Die Zuchtwahl scheidet dabei vollständig aus.

Die Hauptsache bleibt aber dabei noch unklar, nämlich wie es möglich ist, daß die Veränderung eines äußeren Organs eine ihr entsprechende in den Erbanlagen der Nachkommen hervorruft. Diese Schwierigkeit war es ja gerade, welche der Neu-Darwinismus zu umgehen suchte. Anderseits bildet sie keinen Gegenbeweis, wenn die Tatsache der Vererbung erworbener Eigenschaften erwiesen wird. Dieser Beweis kann aber wohl nur auf experimentellem Wege geliefert werden.

Experimentelle Beweise sind nun auch des öfteren versucht worden. Manche sind allerdings unzureichend, einige verdienen jedoch ernsteste Beachtung; von diesen einige Beispiele.

Setzt man die Puppen von Schmetterlingen, etwa die Puppen des Bärenspinners (*Arctia caja*) niederen Temperaturen (— 8°) aus, dann weicht die Färbung des Schmetterlings erheblich ab von der „normalen“: der Falter ist viel dunkler; die weißen Teile der Flügelzeichnung sind mehr oder weniger durch Ausdehnung der dunklen Flecken verdrängt, und letztere sind auch auf den roten Hinterflügeln vergrößert. Zieht man die Nachkommen solcher Falter bei normaler Temperatur auf, so tritt die dunkle Färbung der Eltern bei ihnen in gewissem Grade wieder auf, ohne daß der Versuchsfaktor auf sie wieder eingewirkt hat. Was also zunächst durch äußere Einwirkung bei den Eltern erzielt wurde, wird auch bei den unbeeinflußten Nachkommen beobachtet. Bevor wir diesen Versuch kritisch würdigen, mögen noch einige andere Fälle hier Platz finden.

Auf folgende Weise sind beim Kaninchen erbliche Augenmißbildungen erzeugt worden: Die Augenlinse eines Kaninchens wurde herausgenommen und mit Kochsalzlösung zu einem Brei zerquetscht. Davon wurde eine kleine

Menge in die Blutbahn eines Huhnes gespritzt. Fremde Gewebsteile wirken im allgemeinen giftig, wenn sie derartig in das Blut gebracht werden. Verfährt man aber vorsichtig, indem man dem Huhn erst nach und nach in kleinen Portionen den Linsenbrei einspritzt, dann entstehen im Blute des Huhnes Gegengifte, welche die fremde Linsensubstanz zerstören. Bereitet man nun aus dem Blute eines solchen Huhnes ein Serum und spritzt dieses in die Blutbahn eines trächtigen Kaninchens, so werden die Augenlinsen der Embryonen zerstört. Die Jungen zeigen infolgedessen Augenmißbildungen, welche auf einer Schädigung oder Auflösung der Linse beruhen. Diese Augenmißbildungen erwiesen sich in mehreren Generationen als erblich, ohne daß bei jenen zuerst geschädigten Jungen und ihren Nachkommen die Operation wiederholt wurde.

Die Puppen des Kohlweißlings sind im allgemeinen grau; auf einer weißen Grundfarbe stehen zahlreiche kleine schwarze Striche und Punkte. Läßt man aber die Verpuppung in gelbem Lichte vor sich gehen, dann sind die Puppen grün. Diese Grünfärbung tritt auch bei den unbeeinflußten Nachkommen in einem hohen Grade wieder auf, wenn auch nicht alle Nachkommen grün sind, sondern unter ihnen auch normal gefärbte vorkommen. Aber an einer Verschiebung der Gesamtfärbung durch die veränderte Beschaffenheit der Eltern kann nicht gezweifelt werden. Bringt man normal gefärbte Puppen in gelbes Licht und läßt sie so lange darin, bis die Falter geschlüpft und flugfähig geworden sind, dann ist von einer Wirkung des gelben Lichtes bei den Nachkommen so gut wie nichts nachzuweisen; es kommen dann unter diesen nicht zahlreichere grünliche Puppen vor, als auch ohne Beeinflussung der Eltern durch gelbes Licht der Fall ist.

Diese drei verschiedenartigen Versuche mögen genügen, um uns ein Bild von dem Stande der experimentellen Lösungsversuche des zur Rede stehenden Problems zu geben.

In dem ersten Versuche bewirkt die Veränderung der Umwelt (abnorm niedrige Temperatur) eine Färbungsänderung des elterlichen Körpers. Dieser wird dabei aber

sicherlich ganz durchkältet, so daß auch die jungen Keimzellen in ihm von der niedrigen Temperatur getroffen werden. Daher ist es sehr wohl möglich, daß die unbeeinflußten Nachkommen nicht deswegen in der Richtung der Eltern von der normalen Färbung abweichen, weil vom veränderten Körper der Eltern ein Einfluß auf die Keimzellen ausgegangen ist, sondern deswegen, weil die Nachkommen selbst auf dem Keimzellenstadium im elterlichen Körper von dem abändernden Faktor betroffen wurden. Für den Nachweis der somatischen Induktion kommt also dieser Versuch nicht in Frage, wohl aber dafür, daß äußere Faktoren überhaupt Veränderungen der Keimzellen hervorrufen können.

Beim zweiten Versuch wurde ein spezifischer, linsenlösender Stoff künstlich in den mütterlichen Körper gebracht. Von diesem gerät er in die Blutbahn der Embryonen und übt bei ihnen seine linsenzerstörende Wirkung aus. Er muß aber auch in ihre Keimzellen geraten, weil auch unter den späteren Nachkommen die gleichen Augenmißbildungen vorkommen. Die Keimzellen der ersten und auch der späteren Generationen müssen demnach verändert sein, und zwar als Folge einer künstlich herbeigeführten besonderen Beschaffenheit des elterlichen Körpers, der zunächst den linsenzerstörenden Stoff in sein Blut aufgenommen hat. Das beweist, daß eine Beeinflussung der Keimzellen nicht nur von der Umwelt unmittelbar her, sondern durch Vermittlung des Körpers möglich ist, also die grundsätzliche Möglichkeit einer somatischen Induktion.

Noch einen Schritt weiter bringt uns der dritte Versuch. Wie nachgewiesen werden konnte, verändert das gelbe Licht nicht nur die Färbung der Eltern auf dem Puppenstadium, sondern erzeugt auch eine abgeänderte chemische Beschaffenheit des Blutes. Diese wirkt auf die Keimzellen ein und infolgedessen ist die Nachkommenfärbung im Sinne der künstlich erzeugten Elternfärbung verschoben. Daß der Einfluß auf die Keimzellen dabei nicht von dem Licht direkt ausgeht, wie in dem zuerst genannten Temperaturversuch die Wirkung der Kälte, wird dadurch bewiesen, daß man normal gefärbte Puppen monatelang dem gelben Lichte aussetzen kann, ohne

daß die Nachkommen beeinflußt sind. Nur wenn der Körper der Eltern verändert wird, werden die Keimzellen derartig beeinflußt, daß die den Versuchsbedingungen nicht unterworfenen Nachkommen im Sinne des Versuchsfaktors verändert sind. Die Veränderung des elterlichen Somas ist hier die unerläßliche Vorbedingung dafür, daß deren Keimzellen beeinflußt werden. Der Einfluß muß also vom Körper der Eltern, nicht von dem äußeren Faktor (gelbes Licht) direkt ausgehen. Die somatische Induktion ist in diesem Falle bewiesen. Daß übrigens hier der Umweltsfaktor nur durch Vermittlung des elterlichen Körpers auf die Keimzellen wirken kann, geht auch daraus hervor, daß für das Zustandekommen der ersten Grünfärbung die Augen eine Rolle spielen. Der von dem Außenfaktor ausgehende Reiz wird deswegen erst vom Körper der Eltern aufgenommen und ändert dessen Beschaffenheit; erst von diesem veränderten Körper aus werden dann die Keimzellen beeinflußt, so daß die Nachkommen auch verändert sind.

Indem wir andere Versuche übergehen, können wir feststellen, daß die Möglichkeit einer somatischen Induktion jedenfalls vorhanden ist, wie das ja oben auch bereits aus allgemeinen Gründen gefolgert wurde. Der negative Ausfall einer Anzahl von Versuchen beweist dagegen nichts; insbesondere kann diese Möglichkeit nicht widerlegt werden dadurch, daß Verletzungen, auch wenn sie viele Generationen hindurch immer wiederholt werden, sich nicht als erblich erweisen. Eine andere Frage ist aber, ob nun durch jenen Nachweis auch der Lamarckismus als ausschließliche Erklärung für die Stammesentwicklung begründet worden ist.

Um das zu entscheiden, müssen wir noch kurz einige feinere Unterscheidungen in betreff der somatischen Induktion einführen.

b) Die beschränkte Wirkung äusserer Faktoren

Der Lamarckismus verlangt, daß bei Veränderung eines bestimmten Organs oder eines Teiles des Organismus von diesen durch die Einwirkung der Funktion oder äußerer Faktoren veränderten Organen oder Teilen ein Einfluß auf

die in den Keimzellen enthaltene Erbmasse ausgeübt wird, so daß die Anlagen des betreffenden Teils ebenfalls entsprechend geändert werden. Die Induktion geht also nach diesen Anschauungen aus von einem einzelnen Organ oder von einem Teil des ganzen Körpers. Man kann diese Art der Induktion zweckmäßigerweise als merogene bezeichnen (vom griech. meros = Teil).

Nun ist aber jedenfalls auch möglich, daß der die Keimzellen treffende Einfluß von dem Gesamtkörper ausgeübt wird, wenn die Gesamtbeschaffenheit desselben geändert ist, sei es durch Wirkung einer aufgezwungenen neuen Lebensweise, sei es durch Umweltsfaktoren. Dann ist die Quelle der Induktion eine andere; wir werden deswegen von hologener Induktion sprechen (griech. holos = ganz).

Endlich wäre es denkbar, daß die äußere Beeinflussung auf der einen Seite ein Organ oder einen Teil des Körpers in bestimmter Weise ändert, auf der anderen Seite aber zugleich die Erbanlagen in den Keimzellen in gleichem Sinne modifiziert, so daß im Grunde genommen die Veränderung des Körpers und die der Keimzellen unabhängig voneinander sind, einander parallel gehen. Dann kann man von Parallel-Induktion sprechen.

Dem Lamarckismus im eigentlichen Sinne entspricht nur die erstgenannte Art der Induktion. Wie verhält sich nun in Wirklichkeit die Induktionsmöglichkeit und unser tatsächliches Wissen darüber?

Beim Darwinismus haben wir es kritisiert, daß der Vorgang der Stammesentwicklung durch Selektion häufig so dargestellt wird, als ob die Zuchtwahl jeweils nur an der Variation eines einzelnen Organs angreife. Es wurde oben (S. 137) besonders betont, daß dadurch eine falsche Vorstellung erweckt wird. In Wirklichkeit waren ja anfangs die Vorfahren der jetzigen Arten gar nicht die gleichen Tiere mit den gleichen Organen, sondern ganz anders beschaffene Organismen. In den gleichen Fehler verfällt der Lamarckismus, wenn er als das wesentliche Mittel der Stammesentwicklung das Erblichwerden von Veränderungen einzelner Organe durch merogene Induktion hinstellt. Man darf eben bei Erklärung der Stammes-

entwicklung nicht bloß von einem Teil ausgehen, sondern nur vom ganzen Organismus. Nicht dadurch, daß ein einzelnes Organ durch äußere Einwirkung eine Änderung erfährt und diese Änderung dann erblich wird, kann die Stammesentwicklung erklärt werden, sondern nur dadurch, daß die Gesamtänderung des ursprünglich anders beschaffenen Vorfahren in die Erklärung einbezogen wird. So wird von vornherein der Geltungsbereich der merogenen Induktion ihrer im Lamarckismus vorhandenen Vorzugsstellung entkleidet. Sie kann auch von vornherein höchstens für weniger tiefgreifende Veränderungen an einem bereits vorhandenen und spezialisierten Organ in Betracht kommen. Die Bedeutung der schulmäßigen lamarckistischen Auffassung wird dadurch bereits außerordentlich eingeschränkt.

Ferner ist zurzeit wenigstens kein Weg sichtbar, auf dem ein einzelnes Organ einen Einfluß auf die Keimzellen und die in ihnen ruhenden Erbanlagen ausüben könnte. Nehmen wir etwa an, der Brustbeinkamm der Vögel sei durch die Funktion zunächst in jedem individuellen Leben erworben worden, während er jetzt erblich ist. Wie aber die veränderte Form des Brustbeines das Keimplasma so umändern kann, daß nun bei den Nachkommen schließlich der Kamm ohne weiteres erblich auftritt, ist bei dem jetzigen Stande unseres Wissens nicht vorstellbar. So ist es wohl mit den meisten Änderungen einzelner bestimmter Organe und Teile. Daher dürfte eine unmittelbare merogene Induktion im allgemeinen für das Erblichwerden von Änderungen und damit für die Stammesentwicklung kaum eine Rolle spielen.

Nun haben uns die oben erwähnten Versuche aber die Möglichkeit der Beeinflussung der Keimzellen durch den Körper gezeigt. Aber die dort nachgewiesene Beeinflussung beruht auf hologener Induktion. Die Gesamtbeschaffenheit des Körpers war geändert, nicht bloß die Eigenschaften eines einzelnen Teiles. Bei den zuletzt erwähnten Schmetterlingsversuchen lag nicht nur eine Änderung der Färbung der äußeren Körperbedeckung vor, sondern eine Veränderung des Gesamtchemismus. Daher dürfen wir, um den Boden der Tatsachen nicht zu verlieren, lediglich annehmen, daß Eigen-

schaften, welche durch äußere Einwirkungen erworben wurden, nur dann erblich werden können, wenn sie den ganzen Körper in Mitleidenschaft ziehen, so daß durch hologene Induktion eine Beeinflussung der Keimzellen erfolgen kann. Die angeführten Indizienbeweise legen für das Erblichwerden erworbener Eigenschaften anderseits den Gedanken nahe, daß doch die Abänderungen einzelner Körperteile erblich werden können. Aber das dürfte nach dem Gesagten nur möglich sein, wenn eben die Änderung eines einzelnen bestimmten Teiles zunächst einen Einfluß ausübt auf die Gesamtbeschaffenheit des Körpers, etwa dadurch, daß dem Tier eine ganz andere allgemeine Lebensführung aufgezwungen wird, wenn vor allem auch die den Gesamtkörper in Mitleidenschaft ziehenden Instinkte durch die neue Eigenschaft in eine bestimmte Richtung abgelenkt werden usw. Wir gelangen somit zu dem Endurteil, daß, wenn überhaupt, die Änderung eines bestimmten einzelnen Organs nur erblich werden kann auf dem Umwege über die hologene Induktion. Im Laufe der Stammesentwicklung kann das um so mehr der Fall gewesen sein, als vielfach die Änderung eines Teiles entsprechende Änderung anderer Teile im Gefolge hat und, wie betont wurde, die wichtigsten Schritte der Stammesentwicklung in einer alle Teile betreffenden Umbildung bestehen, isolierte Änderungen einzelner Organe aber nur untergeordnete Bedeutung haben.

Schon durch diese Überlegungen ist der übliche Lamarckismus als ausreichende Erklärung der Stammesentwicklung widerlegt.

Die Parallelinduktion dürfte, wenn überhaupt, nur in besonderen Fällen für die Artbildung von Wert sein. In dem oben angeführten Temperaturversuch mit *Arctia cafa* mag sie eine Rolle spielen. Aber überall da, wo die Anpassung eines Organs an seine Funktion oder überhaupt eine zweckmäßige Ausgestaltung des Organismus vorliegt, muß sie versagen. Denn es ist undenkbar, daß einfach durch äußere Beeinflussung des Keimplasmas unmittelbar ein angepaßtes Organ entsteht.

Die Phylogenese muß bestehen in der Umbildung, Neubildung und im Verlust von Erbfaktoren. Wollen wir ein klares Bild gewinnen, dann müssen wir die uns bis jetzt bekannten Eigenschaften dieser Erbfaktoren berücksichtigen. Eines der hervorstechendsten Merkmale vieler der Erbträger ist ihre große Bestandsfestigkeit.

Die von Mendel begründete Erblichkeitsforschung hat gezeigt, daß sehr viele Eigentümlichkeiten der Organismen auf Erbträgern (man pflegt sie Gene zu nennen) beruhen, die außerordentlich beständig in ihren Eigenschaften sind. Sie können in ihrer Wirksamkeit viele Generationen unterdrückt werden, sie können in ganz fremdartige Umgebung gebracht werden, indem man sie mittels Kreuzungen durch rassen- und artfremde Keimzellen hindurchschickt, immer treten sie über kurz oder lang wieder hervor, wenn die Hemmungen für ihre Entfaltung beseitigt sind. Daraus geht hervor, daß kurz andauernde Einwirkungen meistens nicht imstande sein werden, die Beschaffenheit der vorhandenen Erbfaktoren zu ändern, so daß auch eine hologene Induktion erst nach vielen Generationen wirksam sein kann. So erklärt sich sicherlich auch vielfach der negative Ausfall von Versuchen, welche die Abänderung solcher Gene durch äußere Einwirkungen zu erreichen suchten. Es geht ferner daraus hervor, daß wohl überhaupt längst nicht alle Erbfaktoren der induktiven Beeinflussung durch äußere Umstände und durch den veränderten Körper zugänglich sind. Auch in solchen Fällen würde der Lamarckismus versagen. Ein Verlust von Genen kann allerdings wohl leichter eintreten, doch dürfte ihm nur eine geringe Bedeutung für die Stammesentwicklung zukommen, da diese ja vorwiegend nicht im Verlust, sondern im Neuerwerb von Eigenschaften besteht.

Über das Zustandekommen der Neubildung bestandsfester Gene durch unmittelbar wirkende äußere Beeinflussung oder durch somatische Induktion kann noch nichts Endgültiges gesagt werden. Die neueren Anschauungen darüber sind noch durchaus hypothetisch und bedürfen zunächst einmal einer umfassenden experimentellen Prüfung. Wahrscheinlich gehen den Genen als Vorstufen solche Erbträger voraus,

welche noch labil sind, welche also bei Fortfall des abändernden Faktors leicht wieder in den alten Zustand zurückschlagen. Auch bei den oben erwähnten Versuchen über hologene Induktion wurde wohl keine Abänderung bestandsfester Gene erzielt, sondern vorerst nur eine solche labile Änderung andersartiger Erbträger.

Jedenfalls aber muß jede Änderung der Erbmasse anknüpfen an den bis dahin vorhandenen Bestand an Erbanlagen. Es können sicherlich nicht beliebige neue Erbanlagen und darum auch nicht beliebige erbliche Eigenschaften entstehen, sondern nur solche, welche im Möglichkeitsbereich der schon vorhandenen liegen. Das ist so selbstverständlich wie etwa die Tatsache, daß man aus einem Ziegelstein nicht dasselbe machen kann wie aus einem Stück Stahl. Darauf müssen auch Versuche über Vererbung erworbener Eigenschaften Rücksicht nehmen. Bisher ist das keineswegs immer geschehen. Jede nächstfolgende Stufe der Stammesentwicklung kann nur die Weiterbildung der vorhergehenden sein. Für den tatsächlichen Verlauf der Artentwicklung bedeutet das eine Einschränkung der Entwicklungsmöglichkeit einer Stammform. Aus einer solchen kann nichts Beliebiges entstehen, sondern ihre Weiterentwicklung hängt ab von dem bereits vorhandenen Bestande an Erbanlagen. Ist der betreffende Ausgangsorganismus schon in irgend einer Weise, wenn auch nur in geringem Grade spezialisiert, so können die von ihm ausgehenden Stammreihen nicht beliebig divergieren, sondern nur in einem engeren Möglichkeitsbereich. Gehen von einer Stammform mehrere Stammesreihen aus, so können wir das bildlich so ausdrücken, daß wir sagen: die Stammesentwicklung hat nur eine kegelförmige Streuung. Je weiter fortgeschritten der betreffende Stammorganismus bereits war, um so schmaler muß dieser Kegel ausfallen. Damit steht voll und ganz in Einklang, daß die Fossilien uns geradezu deutliche Entwicklungslinien vorführen, die in der gesetzmäßigen Weiterbildung der am Anfang stehenden Form bestehen. Diese Einengung der Streuung oder diese Formbeschränkung in der Stammesentwicklung führt unter anderem dazu, daß innerhalb eines engeren Formenkreises

bei nicht unmittelbar verwandten Gliedern große Ähnlichkeiten auftreten können (Convergenz der Entwicklung). Diese Ähnlichkeiten beruhen auf dem Erbgut der gemeinsamen Vorfahren. Dadurch finden z. B. viele Fälle der Mimikry ihre Erklärung. Wenn etwa zwei nicht unmittelbar verwandte Schmetterlinge sich täuschend ähnlich sehen, so hat das seinen Grund in der nur kegelförmigen Streuung der Stammesentwicklung. Die Ausgangserbmasse läßt zwar mancherlei verschiedene Weiterentwicklungen zu, aber doch nur innerhalb gewisser Grenzen. Auch für die Färbung und Zeichnung bestehen nur gewisse, wenn auch immerhin zahlreiche Möglichkeiten. Von diesen verschiedenen Möglichkeiten kann die gleiche bei sonst bereits verschieden gewordenen Formen verwirklicht werden. Im allgemeinen wird das der Fall sein bei solchen Arten, welche uns noch näher verwandt erscheinen, weil die überwiegende Mehrzahl der Eigenschaften noch in einem hohen Grade übereinstimmt. Wird aber einmal in der Färbung und Zeichnung bei zwei Arten ein und dieselbe Möglichkeit verwirklicht, während die übrigen Eigenschaften Verwirklichungen erheblich auseinanderstehender Möglichkeiten sind, dann fällt das besonders auf und man spricht von Mimikry. Das gilt nicht nur für den engen Kreis der Schmetterlinge, sondern überhaupt für solche Gruppen, deren Vorfahren dieselben waren oder doch sehr große Ähnlichkeit miteinander besessen haben müssen. Die Nachkommen dieser Vorfahren können innerhalb der möglichen Streuung so sehr divergieren, daß die ursprünglichen Ähnlichkeiten ganz verloren gehen, aber es kann gewiß der Fall eintreten, daß gleichwohl einzelne Uranlagen bei den sonst verschieden gewordenen Formen die gleiche oder fast gleiche Weiterentwicklung erfahren haben. Dann bekommen wir überraschende Ähnlichkeit bei weit auseinanderstehenden Formen. Die Mimikry bedarf also zu ihrer Erklärung gar nicht der Zuchtwahl, sondern ihr wahrer Grund liegt in der beschränkten Streuungsmöglichkeit der Stammesentwicklung.

Für den Lamarckismus bedeutet die nur kegelförmige Streuung der Phylogenese, daß keineswegs alle äußeren Einwirkungen geeignet sind, neue Formen hervorzubringen.

Sondern die äußeren Einwirkungen auf das Keimplasma, mögen sie nun unmittelbar von der Umwelt oder mittelbar vom Körper ausgehen, müssen Wirkungen haben, welche mit der bisherigen Entwicklung des betreffenden Organismus in Einklang stehen; andere bleiben erfolglos. Nur diejenigen aufgezwungenen Änderungen können von Dauer sein, welche in der Richtung der vorhergehenden Entwicklung liegen, wobei allerdings innerhalb der Streuungsmöglichkeit Abweichungen eintreten können.

Übrigens dürfte keineswegs jedes Lebewesen sich zur phylogenetischen Weiterentwicklung ohne weiteres eignen; es dürfte Formen geben, welche für die Stammesentwicklung starr geworden sind, während andere eine hohe Umbildungsfähigkeit besitzen. Wir müssen darauf verzichten, das im einzelnen zu erörtern, weil dazu manches vorausgesetzt werden müßte, was den Rahmen des vorliegenden Buches weit überschreiten würde. Aber jedenfalls ist damit zu rechnen, daß etwa bei experimenteller Untersuchung der Vererbung erworbener Eigenschaften der negative Ausfall des Versuches auch auf der phylogenetischen Starrheit des Versuchsobjektes beruhen kann.

Um den Lamarckismus vollends richtig zu würdigen, ist noch auf einen Punkt mit Nachdruck hinzuweisen: es gibt außerordentlich viele Eigentümlichkeiten der Lebewesen, deren Entstehung überhaupt nicht durch die Wirkung äußerer Faktoren, mögen sie unmittelbar oder durch Vermittlung des Körpers ihren Einfluß ausüben, erklärt werden kann. Dahin gehören vor allem die Unterschiede zwischen den einzelnen Stämmen und Klassen des Tier- und Pflanzenreiches, aber auch sehr viele andere Organisationseigentümlichkeiten. Namentlich tritt das deutlich hervor, wenn man Tiere vergleicht, welche in völlig gleicher Umgebung, von der gleichen Nahrung leben usw. und trotzdem mehr oder weniger erhebliche Unterschiede aufweisen. So ist es nicht denkbar, daß etwa die Insektenorganisation auf der einen Seite, die Säugetierorganisation auf der anderen auf Wirkung der Umweltsfaktoren beruhen solle, zumal die Umwelt für Angehörige beider Gruppen die ganz gleiche sein kann. Oder

nehmen wir Unterschiede zwischen einander näher stehenden Tieren: Das Zebra und die Antilopen kommen in der gleichen Umgebung vor, haben die gleiche Nahrung und führen als Steppentiere die gleiche Lebensweise. Aber das Zebra ist ein Einhufer und Verwandter des Pferdes, die Antilopen gehören zu den Paarhufern und Wiederkäuern. Bei den verschiedenen Krebsen ist bekanntlich die Zahl der Beine sehr ungleich, auch bei solchen Formen, die unter genau den gleichen Bedingungen leben. All das kann nicht auf lamarckistische Wirkung äußerer Faktoren zurückgeführt werden. Das gleiche läßt sich für viele innere Organisationseigentümlichkeiten nachweisen. Um nur ein Beispiel zu nennen, ist es nicht möglich, den Ersatz des Knorpels im Skelett der Wirbeltiere durch Knochen als erblich gewordene erworbene Eigenschaft hinzustellen. Und wir haben allen Grund anzunehmen, daß die Vorfahren der höheren Wirbeltiere nur ein Knorpelskelett besessen haben. Ebenso ist die Annahme berechtigt, daß die Wirbeltiere von Vorfahren abstammen, welche noch keine Gliedmaßen besaßen. Die erste Entstehung solcher kann unmöglich eine erblich gewordene Wirkung äußerer Einflüsse sein. Die Beispiele, für deren Erklärung der Lamarckismus völlig versagen muß, ließen sich beliebig vermehren; hier möge das Gesagte genügen. Es beweist ausreichend, daß dem lamarckistischen Erklärungsversuch der Stammesentwicklung keine universelle Bedeutung zukommen kann. Daß der Lamarckismus ebenso wie der Darwinismus das Vorhandensein der ersten Lebewesen überhaupt voraussetzt, braucht nicht näher betont zu werden. Aber mit der Frage nach dem ersten Auftreten des Lebens haben wir es hier nicht zu tun, sondern nur mit der Weiterentwicklung einfacher Urlebewesen zu den spezialisierten der Gegenwart. Aber auch dafür sind beide Erklärungen unzureichend.

Was bleibt also vom Lamarckismus bei kritischer Betrachtung noch übrig? Wir müssen feststellen, daß der schulmäßige übliche Lamarckismus, der mit dem Erblichwerden der dem einzelnen Organ durch äußere Faktoren oder durch die Funktion usw. aufgeprägten Eigentümlichkeiten arbeitet,

der also auf der Voraussetzung einer merogenen somatischen Induktion beruht, unhaltbar ist. Der kritischen Prüfung stand hält nur die Anschauung von der Möglichkeit einer hologenen somatischen Induktion. Aber diese Anschauung ist durchaus neueren Ursprungs; sie weicht wesentlich von dem ab, was der Lamarckismus gelehrt hat, und darf deshalb nicht mit ihm verwechselt werden. Jedoch auch diese neue Auffassungsweise reicht nicht aus, die Stammesentwicklung voll und ganz zu erklären, wenn auch recht viele Eigentümlichkeiten der Lebewesen so zustande gekommen sein mögen. Denn wie wir eben gesehen haben, bleiben außerordentlich viele Dinge übrig, welche überhaupt nicht auf die Wirkung äußerer Faktoren zurückgeführt werden können. Für ihre Entstehung müssen innere Faktoren angenommen werden. Welcher Art diese letzteren sind, entzieht sich zurzeit noch unserer Kenntnis. Nur das eine können wir sagen: Die Entstehung jener Bildungen kann ebensowenig auf mechanischer (= chemisch-physikalischer im üblichen Wortsinne) Präformation beruhen wie die gesamte Phylogenese; denn dann wäre anzunehmen, daß die Entwicklung, soweit sie präformiert war, auch gleich verwirklicht worden wäre. Damit müßten wir ein großes Stück der Stammesentwicklung überhaupt aufgeben und annehmen, daß am Anfange bereits außerordentlich weit differenzierte Lebewesen gestanden haben. Wenn wir aber die Descendenztheorie festhalten, haben wir dazu nicht nur keinen Grund, sondern es sprechen in besonderen Fällen bestimmte Umstände dagegen, daß das betreffende Organisationsmerkmal von vornherein fix und fertig in die Erscheinung getreten sei. Dafür möge der Hinweis auf das Knochenskelett der Wirbeltiere genügen: der Befund in der Embryonalentwicklung (vgl. oben S. 71) und auch die vergleichend-anatomische Betrachtung machen es mehr als wahrscheinlich, daß dem Knochenskelett stammesgeschichtlich ein Knorpelskelett vorausging, nicht aber das Knochenskelett bereits bei den Vorfahren der jetzt Knochen besitzenden Wirbeltiere vorhanden war. Also muß es sich erst nachträglich entwickelt haben. Äußere Faktoren können dafür die Ursache nicht bilden, einfach präformiert kann es

auch nicht gewesen sein. Daher bleiben nur innere Faktoren übrig, deren Natur noch nicht näher anzugeben ist.

Wir werden durch diese Betrachtungen direkt an das Kernproblem der Biologie überhaupt herangeführt, nämlich an die Frage nach dem Wesen des Lebens. Sie zu beantworten, gehört hier nicht zu unserer Aufgabe. Was die äußeren Faktoren zu leisten vermögen mit Hilfe direkter Beeinflussung des Keimplasmas und durch hologene somatische Induktion ist ein Eingreifen in die anderweitig bedingten Prozesse und eine Weiterentwicklung des schon Vorhandenen; allerdings mag es auch Dinge geben, die durch Wirkung von Außenfaktoren erst entstanden sind, wie etwa manche Färbungen und anderes, aber auch das selbstverständlich nur im Zusammenspiel mit den rätselhaften inneren Faktoren, welche das Leben und die Entwicklung überhaupt bedingen.

Schlusswort

Wir kommen zum Schlusse unserer Ausführungen. Sie haben uns gezeigt, daß die Anschauung von einer allmählichen Entwicklung der Mannigfaltigkeit und Zweckmäßigkeit der Lebewesen auf sicherem Boden steht, daß wir es mit einer wirklichen naturwissenschaftlichen Theorie zu tun haben. Mit der Anwendung des Abstammungsgedankens aber und mit den Wirkungen, welche er auf die gesamte biologische Forschung ausgeübt hat und noch ausübt, hat der Ausbau der Theorie nicht gleichen Schritt gehalten. Insbesondere ist die Frage nach den Ursachen, Mitteln und Wegen der Stammesentwicklung nicht genügend gefördert worden, und, wie wir hier gleich hinzusetzen können, auch die Erforschung der tatsächlichen Stammesgeschichte der einzelnen Arten ist keineswegs so weit fortgeschritten, wie es wünschenswert wäre. Lange Jahrzehnte hindurch hat der Darwinismus oder bei Gegnern dieser Auffassung der Lamarckismus als die ausreichende Erklärung für das Zustandekommen der Phylogenese gegolten. In weiteren Kreisen herrscht auch jetzt noch

diese Meinung. Aber die kritische Betrachtungsweise der modernen Biologie zeigt die Unhaltbarkeit beider Systeme.

Sie haben ihre Aufgabe erfüllt und müssen nun zurücktreten. Freilich ist dieses Ergebnis der Kritik nicht allzu erfreulich, denn wir sehen, daß eine ausreichende Erklärung der Stammesentwicklung überhaupt noch fehlt. Aber es ist besser, zu erkennen, wieviel man nicht weiß, als an irrtümlichen Vorstellungen festzuhalten. Die Aufgabe der nächsten Jahrzehnte wird sein, an Stelle der unbrauchbaren Anschauungen neue, wohl begründete zu setzen. Es ist ein weitschauendes Ziel, das sich hier der Biologie bietet. Seine Erreichung wird noch vieler Arbeit bedürfen. Aber wenn der Blick erst freigemacht ist und nicht mehr durch irrige, überlieferte Vorstellungen gehemmt wird, dann ist zu erwarten, daß auch auf diesem Gebiete die kritische Wissenschaft sicher begründete Fortschritte erzielen wird. Besser als eine falsche Antwort ist eine klare Frage. An der richtigen Fragestellung auf dem Gebiete der Stammesentwicklung wird zurzeit lebhaft geschafft und es steht zu hoffen, daß sie bald so klar und sicher ausgearbeitet sein wird, daß die Arbeiten zur Beantwortung mit Erfolg beginnen können.

Die Bedeutung des Darwinismus und des Lamarckismus ist vor allem historisch zu bewerten.

Der Darwinismus hatte die Aufgabe, der Descendenztheorie zum Siege zu verhelfen. Darüber hinaus lenkte er die Aufmerksamkeit nachdrücklich auf die Variabilität der Organismen, und der Neu-Darwinismus rückte die Bedeutung der Erbqualitäten für die Stammesentwicklung in den Vordergrund. Das sind Erfolge von bleibendem Wert, und es ist nicht leicht zu sagen, wie viel Anregung der Forschung dadurch gegeben wurde.

Wenn auch der Grundgedanke des Darwinismus als Allgemeinerklärung der Artbildung abgelehnt werden muß, so mag die Auslese doch in einzelnen Fällen bei der Entstehung gewisser Bildungen mit im Spiele gewesen sein. Insbesondere ist die Verbreitung der Tiere und Pflanzen auf der Erdoberfläche wohl in einem gewissen Grade von einer solchen Auslese abhängig. Verändern sich die Lebens-

bedingungen eines Gebietes, so verschwinden einzelne Formen, die nicht für die neuen Umweltsbedingungen geeignet sind; andere bleiben erhalten. So werden vielleicht manche Arten ausgemerzt und finden keine weitere Entwicklung, während die erhalten gebliebenen als Grundlage der fortgesetzten Stammesentwicklung dienen können. Diese Wirkung der Auslese für die Artbildung ist aber nur eine mittelbare und ganz untergeordnete, und außerdem darf nicht vergessen werden, daß sie nur an bereits fertigen Formen stattfindet. Zur Entstehung der Formen und Arten trägt die Naturauslese nichts bei. Es muß der Zukunft überlassen bleiben, die einzelnen Fälle näher herauszustellen, in denen vielleicht die Auslese eine solche nebensächliche Rolle gespielt hat.

Der Lamarckismus hat ebenso anregend gewirkt wie der Darwinismus. Als diesem entgegengesetzte Auffassung hat er das Verdienst, eine gewisse kritische Stimmung immer wachgehalten zu haben. Er hat vor allem auch zur näheren Untersuchung vieler Anpassungserscheinungen und der Beziehungen der Umwelt zum Lebewesen beigetragen.

Wie auch in Zukunft die Lösung des Abstammungsproblems ausfallen mag, immer wird im Mittelpunkte stehen die Frage nach dem Wesen des Lebens selbst, und nur diejenigen Versuche werden Aussicht auf Erfolg haben, welche von dieser Frage ausgehen und in ihrem Ergebnis zu ihr zurückführen.

Literatur

Es ist unmöglich, hier auch nur annähernd die wichtigeren Werke und Schriften über das Abstammungsproblem aufzuzählen. Die meisten der neueren Abhandlungen sind außerdem vielfach in Fachzeitschriften zerstreut; sie behandeln durchweg spezielle Fragen und sind daher zur allgemeinen Orientierung über das ganze Problem für weitere Kreise weniger geeignet. Daher mögen nachstehend nur einige wenige größere Werke und zusammenfassende Darstellungen angegeben werden, welche Näheres über die verschiedenen Seiten der im vorhergehenden behandelten Fragen enthalten. Aus einigen derselben wurden Abbildungen für dieses Büchlein entnommen. Ein Werturteil bedeutet diese Aufzählung nicht. Wenn die Werke hier auch in einzelne Gruppen eingeteilt sind, so kommen sie vielfach nicht nur für die betreffende Teilfrage in Betracht; diese Einteilung soll nur die Übersicht erleichtern

Zur Vororientierung über die Tierwelt und die Geschichte der fraglichen Probleme

Claus-Grobben, Lehrbuch der Zoologie. Marburg, Elwertsche Verlagsbuchhandlung. 2. Aufl. 1910.

R. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie. Jena, Fischer. 12. Aufl. 1919.

J. Leunis, Synopsis der Tierkunde. 2 Bände. Hannover, Hahnsche Buchhandlung. 3. Aufl. Bearbeitet von H. Ludwig. 1883.

B. Dürken, Die Hauptprobleme der Biologie. Kempten-München, Köselsche Buchhandlung. 1910.

H. Erhard, Burckhardts Geschichte der Zoologie und ihrer wissenschaftlichen Probleme. Berlin-Leipzig, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger (Sammlung Göschen Nr. 357 und 823). 2. Aufl. 1921.

Vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte

R. Wiedersheim, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Jena, Fischer. 5. Aufl. 1902.

O. Bütschli, Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Leipzig, Engelmann. 1910—1921.

R. Wiedersheim, Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. Tübingen, Lauppsche Buchhandlung. 4. Aufl. 1908.

A. Lang, Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere. Jena, Fischer. 2.—3. Aufl. 1913—1922.

O. Hertwig, Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. 6 Bände. Jena, Fischer. 1906.

Korschelt und Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena, Fischer. 1902—1910.

Vererbungslehre

E. Baur, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. Berlin, Borntraeger. 5. und 6. Aufl. 1922.

R. Goldschmidt, Einführung in die Vererbungswissenschaft. Leipzig, Engelmann. 3. Aufl. 1920.

V. Haecker, Allgemeine Vererbungslehre. Braunschweig, Vieweg. 3. Aufl. 1921.

W. Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena, Fischer. 2. Aufl. 1913.

Zur allgemeinen Orientierung über die Abstammungstheorie

S. Tschulok, Descendenzlehre. Jena, Fischer. 1922.

Abel, Brauer, Dacqué, Doflein, Giesenhagen, Goldschmidt, R. Hertwig, Kammerer, Klaatsch, Maas, Semon, Die Abstammungslehre. Zwölf gemeinverständliche Vorträge. Jena, Fischer. 1911.

H. Obermaier, Der Mensch der Vorzeit. 1. Band von: Der Mensch aller Zeiten. Berlin-München-Wien, Allgemeine Verlags-Gesellschaft. 1913.

Darwinismus und Lamarckismus

Ch. Darwin, Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Deutsche Ausgabe von J. V. Carus. Stuttgart, Schweizerbart. 8. Aufl. 1899.

A. Weismann, Vorträge über Descendenztheorie. 2 Bände. Jena, Fischer. 3. Aufl. 1913.

F. Kühner, Lamarck. Die Lehre vom Leben, seine Persönlichkeit und das Wesentliche aus seinen Schriften. Jena, Diederichs. 1913.

Zur Kritik

O. Hertwig, Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwins Zufallstheorie. Jena, Fischer. 3. Aufl. 1922.

O. Hertwig, Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. Jena, Fischer. 2. Aufl. 1921.

G. Wolff, Beiträge zur Kritik der Darwinschen Lehre. Leipzig, Georgi. 1898.

Speziellere Teile der Kritik

F. Heikertinger, Methodik der Erforschung des Mimikry-Problems. (In: Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Berlin-Wien, Urban und Schwarzenberg. 1922.)

H. Przibram, Physiologie der Anpassung. (In: Ergebnisse der Physiologie, München-Wiesbaden, Bergmann. Bd. 19. 1921.)

P. Kammerer, Methoden zur Erforschung der Vererbung erworbener Eigenschaften. (In: Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Berlin-Wien, Urban und Schwarzenberg. 1922.)

E. Wasmann, Die Gastpflege der Ameisen. Berlin, Borntraeger. 1920.

R. F. Fuchs, Der Farbenwechsel und die chromatische Hautfunktion der Tiere. (In: Wintersteins Handbuch der vergleichenden Physiologie. Bd. 3. Jena, Fischer. 1914.)

W. Biedermann, Farbe und Zeichnung der Insekten. (In: Wintersteins Handbuch der vergleichenden Physiologie. Bd. 3. Jena, Fischer. 1914.)

B. Dürken, Einführung in die Experimentalzoologie. Berlin, Springer. 1919.

B. Dürken und H. Salfeld, Die Phylogenese. Berlin, Borntraeger. 1921.

H. Kranichfeld, Die Geltung der von W. Roux und seiner Schule für die ontogenetische Entwicklung nachgewiesenen Gesetzmäßigkeiten auf dem Gebiete der phylogenetischen Entwicklung (Vortr. und Aufs. über Entwicklungsmechanik, herausgeg. von W. Roux, Heft 31). Berlin, Springer. 1922.

In den angeführten Werken finden sich weitere reichliche Literaturangaben.

Namen- und Sachverzeichnis

A

Aal 51.
Abdrücke 17.
Ablagerungen 17.
Abstammungsgeschichte 33.
Abstammungstheorie 15.
Achsenskelett 70, 71.
Actinosphaerium 36.
Affen 87.
Afrika 87, 89, 142.
Ägypten 25, 26.
Algen 39.
Alpen 107.
Alluvium 18.
Amboß (Ohr) 72, 74, 79, 80.
Ameise 151, 153, 154, 155.
Ameisenbär 87, 144.
Ameisenstaat 153.
Amerika 24, 91.
Amme 53, 55.
Amöba 36.
Amöben 35, 36, 37, 38.
Amphibien 28, 29, 32, 42, 43, 44, 45, 59, 61, 79, 85, 88, 115, 151.
Analogie 56.
Anatomie 15, 49, 55, 56, 78.
Anpassung 172.
Anthropomorphe Naturauffassung 130, 152.
Antilope 87, 188.
Antirrhinum 93.
Apteryx 63, 64.
Ara 62, 67.
Arbeitsteilung 35, 40.
Archaeopteryx 21, 22.
Archaische Formation 28.
Arctia 177, 183.
Arenicola 83, 84.
Argus 157.
Argusfasan 157.
Art 45.
Artform 52, 55.
Artgrenze 46.
Atmungsorgane 41, 43, 60, 61.
Auerochs 91.
Aufgußtierchen 38.
Auge 138, 139, 148, 160, 164.
Augenbecher 164, 165.
Augenlinse 164, 168, 169, 177.
Augenmißbildung 177, 178, 179.
Augenzeichnung 157.
Aurorafalter 149.
Auslese 116, 117, 118, 122, 135, 138, 143, 154, 155, 161, 162, 191.
Äußere Faktoren 172, 173.
Austausch der Stammformen 87.
Australien 87, 88.
Azoische Formation 18, 28.

B

Bakterien 35, 136.
Balaenoptera 69.
Bärenspinner 177.
Barten 69.
Bartenwale 69.

Bastard 95.
Bastardierung 94, 96.
Baumläufer 148.
Becken 68.
Beine 42, 63, 143.
Belgien 20.
Berlin 21.
Bestandsfestigkeit der Erbanlagen 184.
Beuteltiere 87, 88, 146.
Bezahnung 26, 30, 144.
Bienen 52.
Bison 91.
Blastomere 167.
Blastula 167.
Blattform 140.
Blattläuse 55.
Blattschmetterling 110, 111.
Bogengänge 82, 85.
Bohnen 155, 156.
Bombus 57.
Bos 91.
Bougainvillia 54.
Brunstkampf 115, 160, 161.
Brustbein 63, 64, 65, 66, 67, 176.
Brustbeinkamm 176, 182.
Brutpflege 43, 153.
Buceros 141.
Buntsandsteinformation 18.

C

Callima 110, 111.
Cambrium 18, 28.
Cantharidin 152.
Capri 147.
Carbon 18.
Carchesium 38, 39.
Carinaria 84.
Cervus megaceros 18.
Chamäleon 147.
Cheimatobia 52.
Chorda 70, 71.
Cölenteraten 53.
Convergenz 186.
Culex 57.
Cuvier 30.
Cyclostomata 85.
Cytostom 38.

D

Darm 70.
Darwin 12, 13, 93, 94, 98, 99, 102, 103, 104, 105, 107, 117, 127, 131.
Darwinismus 13, 14, 98, 102, 191.
Dauerform 146.
Deduktion 127.
Delphin 69.
Descendenz 15.
Determinanten 119, 122, 162, 163, 164, 166, 167, 170.
Deutschland 18, 142.
Devon 18.
Diluvium 18, 19, 28.
Dingo 88.
Dipnoi 60.
Diskontinuierliche Arten 90.
Dogger 18.
Domestikation 86, 90.
Doppelatmer 60, 61.
Doppelbildung 167.
Drosophila 94.
Duftorgane 160.
Duftschuppen 160.
Dyas 18.

E

Edelhirsch 18.
Edentata 144.
Ei 163, 166, 167.
Eiablage 134, 145, 153.
Eidechse 21, 147.
Einhufer 188.
Einzeller 35, 41.
Eisbär 107.
Eiszeit 23.
Eizelle 119, 166, 169.
Elefant 19, 25, 26, 27.
Elephas primigenius 19.
Embryo 69, 72, 75, 82, 166, 178, 179.

Embryonalentwicklung 15, 56, 68, 70, 76, 78, 97, 119, 120, 122, 124, 166, 169, 170, 173, 175, 189.
Embryonalstufen 78.
Emu 88.
England 89, 103.
Ennomos 109.
Entstehungsinkrement 138, 139.
Entwicklungsbeziehungen 165.
Entwicklungsgeschichte 49.
Entwicklungskorrelation 166.
Entwicklungsrelation 166.
Eocän 18, 24, 25.
Eohippus 24, 25.
Epeicopa 111.
Erbanlage 119, 155, 156, 174, 175, 181, 182.
Erblichkeit 184.
Erbmasse 163, 167, 181, 185.
Erdgeschichte 23, 29, 32, 33.
Erdkatastrophe 30.
Erdperiode 18, 31, 32.
Erdrinde 28.
Erdschicht 18, 23, 25, 29, 32, 33.
Erdumwälzung 17.
Ersatzbildung 168, 170.
Erstes Auftreten der Lebewesen 33.
Erworbene Eigenschaft 118.
Esel 46.
Euglena 37, 38.
Eulenpapagei 66, 67, 88.
Europa 26, 27, 28.
Eustachische Röhre 73.
Evolution 119.
Existenzkampf 132.
Exsudat 153.
Exsudatorgan 154.

F

Faraglioni 147.
Farbensehen 158.
Farbstoff 147.
Färbung 147, 148, 177.
Farbwechsel 147.
Fasan 88.
Faultier 87.
Federn 21, 22, 65.
Feldhase 107.
Felsenbein 81.
Festland 88, 89.
Finken 88.
Fisch 28, 29, 32, 42, 43, 44, 45, 60, 61, 62, 79, 80, 115, 135.
Fischflosse 42, 43.
Fischsaurier 20.
Flagellata 37, 38.
Fledermaus 88.
Flosse 42, 68.
Flug 143.
Flügel 22, 23, 63, 65, 66, 67, 137, 149.
Flügelfärbung 150.
Flügelzeichnung 177.
Flugfunktion 65.
Flugperiode 134.
Flugvermögen 22, 143.
Flußbarsch 158.
Formation 18.
Formbeschränkung 185.
Formenreihe 33.
Formica 153.
Formwechsel 96, 97.
Fortpflanzung 40, 41, 134, 146, 153.
Fortpflanzungszellen 120, 122, 133, 134, 162, 171.
Fossilien 16, 24, 31, 33, 97.
Frosch 42, 51, 61, 133.
Frostspanner 52.
Fuchs 25, 46, 148.
Fühler 154.
Funktionswechsel 63, 100.
Furchungszellen 167.
Fuß 142.
Fußglied 140.
Fußsohle 176.
Futterpflanze 134.

G

Gasaustausch 61.
Gastverhältnis 153, 154.

Gattenwahl 116.
Gattung 45.
Gebirge 87.
Gebiß 25, 26, 143, 144.
Gebrauch eines Organs 101.
Geburt 145.
Gegenwart 34.
Gehirn 81, 164.
Gehörgang 74.
Gehörkapsel 75.
Gehörknöchelchen 72, 74, 75, 76.
Gehörorgan 74, 79, 80, 81, 85.
Geier 88.
Geißel 37, 38.
Geißeltierchen 38.
Gelenke 41, 42.
Gene 184.
Generationswechsel 52, 53, 55, 97.
Geologie 17, 18, 90.
Geruch 42.
Geruchsinn 148, 160.
Gesang 116.
Geschlechtliche Zuchtwahl 114, 116, 130, 157.
Geschlechtstier 53.
Gesicht 42.
Gewebe 35.
Geweih 115.
Gewebszellen 167, 168.
Gifte 149, 152.
Giraffe 87.
Gleichgewicht 81.
Gleichgewichtsfunktion 85.
Gleichgewichtsorgan 85.
Gleichgewichtsstein 84.
Gliedertiere 44.
Gliedmaßen 25, 41, 42, 43, 59, 68, 137, 141, 188.
Glockentierchen 38.
Griffelbein 24.
Griffelfortsatz 76.
Grönlandwal 69.
Großhirn 43
Großhirnhemisphäre 44.
Gürteltier 87, 167.

H

Haare 140.
Haeckel 13.
Haie 42, 79, 80, 81, 82, 85, 144.
Hammer (Ohr) 72, 74, 79.
Hase 148.
Haushund 46, 91.
Hausschwein 91.
Haustiere 90, 91, 92, 96, 103.
Heidelberg 28.
Heliconidae 149.
Heliconius 112.
Hemisphären (Gehirn) 43.
Heringszüge 135.
Hermelin 108.
Heu 38.
Hirsch 115, 145, 131.
Hochzeitskleid 115, 131, 158.
Hologene somatische Induktion 181, 182, 183, 185, 189.
Homologie 56, 60.
Hörbläschen 85.
Hornisse 110, 151.
Hornissenschwärmer 110, 111.
Hörvermögen 85.
Huf 24.
Hufknochen 25.
Hufzehe 25.
Huhn 108, 178.
Huhntaube 114.
Hummel 57, 58.
Hund 46, 88.
Hypopharynx 58.
Hypothese 126, 127.

I

Ichthyosaurier 20.
Iguanodon 20.
Indien 90.
Individualentwicklung 15.
Induktion (Methode) 127.
Infektion 146.
Infektionskrankheit 136.
Infusorien 38.

Insekt 41, 51, 56, 57, 59, 88, 108, 140, 153, 159, 167, 187.
Insektenfresser 151.
Insel 88, 89, 159.
Instinkt 139, 153, 154, 183.
Iris 168.
Isolationsgebiet 88.
Jetztzeit 18, 24.
Johanniskäfer 52.
Jura 18, 19, 21.

K

Käfer 41, 52, 140, 151, 153, 154.
Kampf ums Dasein 105, 106, 113, 116, 117, 123, 129, 132, 135, 162.
Känguruh 87, 88, 146.
Kaninchen 177, 178.
Känozoische Formation 18.
Kartoffelkäfer 93.
Kasuar 88.
Kataklysmentheorie 30.
Katastrophentheorie 30.
Kaulquappe 42.
Kehlkopf 76.
Keimbahn 120, 121, 169, 171, 175.
Keimdrüse 120, 171.
Keimesvariation 163.
Keimplasma 119, 120, 122, 123, 124, 128, 161, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 174, 182, 183, 187, 190.
Keimzelle 176, 179, 180, 181, 182, 183.
Kern 35.
Keuper 18.
Kiefer 26.
Kieferbogen 73, 74, 79.
Kiemen 43, 60.
Kiemenbogen 79.
Kiemenspalte 80.
Kirschbaum 133.
Kiwi 63, 64, 65, 66, 67, 88.
Kleiber 148.
Klima 87, 89, 100, 105.
Knochen 42, 70, 71, 78, 188, 189.
Knochenfische 42, 59, 79, 80.
Knochengewebe 71, 79.
Knorpel 42, 71, 74, 76, 79, 188, 189.
Knorpelfische 42.
Knorpelskelett 78.
Knospung 53, 55.
Kohlweißling 134, 148, 149, 151, 159, 178.
Kolibri 142.
Kolonien 40, 41.
Konkurrenzkampf 105, 129
Konstanz der Arten 31.
Korrelation 113, 114.
Krankheit 136.
Krankheitserreger 38.
Krebs 188.
Kreide 18.
Kreuzung 91, 92, 94, 184
Kritik 125.
Kröpfer 114.
Kröte 42, 61.
Küchenschabe 57.

L

Labyrinth 81, 82, 8
Lacerta 147.
Laichballen 133.
Laichzeit 135, 158.
Lamarck 12, 98, 99, 101, 105, 117, 124.
Lamarckismus 13, 14, 98, 99, 171, 172, 173, 180, 191.
Lampyris 52.
Landleben 43.
La Plata 89.
Larve 51.
Laubfrosch 147.
Laufvogel 64, 67, 77.
Leben 12.
Lebendgebären 145, 153.
Lebenslage 100, 105.
Leptinotarsa 93.
Lerche 108.
Lias 18.
Licht 178, 179, 180.
Linse 164, 165, 168, 169

Lomechusa 153, 154.
London 21.
Löwe 87, 115.
Löwenmaul 93.
Luftröhre 61.
Lunge 43, 60, 61, 62.
Lycorea 112.
Lytta 152.

M

Madagaskar 89.
Magellanstraße 89.
Mähne 140.
Malm 18.
Malthus 128.
Mammut 19.
Mannigfaltigkeit 9, 10, 16, 31, 34, 44, 190.
Mauer 28.
Mauereidechse 147.
Meckelscher Knorpel 74, 79.
Meduse 53, 54, 55.
Meer 87, 89.
Meise 148.
Membran der Zelle 35.
Mendel 95, 118, 184.
Mendelsche Spaltung 92.
Mensch 9, 10, 19, 28, 31, 43, 59, 72, 73, 75, 76, 77, 80, 81, 82, 88, 91, 116, 117, 118, 128, 136, 144, 146, 151, 164, 176.
Menschheit 18.
Merinoschaf 94.
Merogene somatische Induktion 181, 182, 189.
Mesohippus 24, 25.
Mesozoische Formation 18.
Metazoen 35, 41.
Methode 125, 128.
Microgaster 148.
Mimikry 107, 108, 109, 111, 112, 113, 147, 149, 150, 151, 152, 186.
Miocän 18, 26.
Miohippus 24, 25.
Mißbildung 167.
Moeritherium 25, 26.
Molche 42, 166, 168, 169.
Mollusken 44, 88.
Morphologie 49, 78, 97.
Mosaikarbeit 163, 165.
Mundteile 41, 56, 59, 60.
Muschel 84.
Muschelkalk 18.
Muskel 100.
Mutanten 92, 123.
Mutation 92, 93, 94.
Myrmecophaga 144.

N

Nachahmung 109.
Nachkommen 32, 33.
Nachtkerze 92.
Nachtschmetterling 108.
Nagetiere 87, 88.
Nahrung 131.
Nandu 89.
Nase 148.
Nashornvogel 141, 142.
Naturgesetz 31, 32.
Natürliche Zuchtwahl 106, 107, 127, 129, 137.
Naturzüchtung 117, 161.
Netzhaut 139, 158, 169.
Neu-Darwinismus 117, 161.
Neunauge 85.
Neuseeland 88.
Nordafrika 26.
Nutzpflanze 90, 96, 103.

O

Obereocän 26.
Oberkiefer 26, 27, 28, 30, 73, 74 79, 80.
Oberpliocän 26.
Oenothera 92.
Ohr 72, 81, 83, 84, 101.
Ohrtrompete 73.
Oligocän 18, 24, 25, 26, 89.
Ontogenese 15.
Organgebrauch 99.
Ornithorhynchus 88.

Orohippus 24, 25.
Otterschaf 94.

P

Paarhufer 188.
Palaeomastodon 26.
Paläontologie 15, 16, 18, 32, 33, 48, 90, 97, 156.
Paläozoische Formation 18.
Papagei 62, 65, 66.
Papilio 111.
Pappel 112.
Parallelinduktion 181, 183.
Parthenogenese 53.
Perca 158.
Perhybris 150.
Pericopis 112.
Periplaneta 57.
Perm 18, 28, 32.
Pernis 151.
Petersburg 19.
Pfau 94, 157.
Pferd 23, 24, 25, 27, 30, 46, 91, 188.
Phacochoerus 175.
Phylogenese 15.
Phylogenetische Starrheit 187.
Pieridae 149, 150.
Pigment 147.
Pleistocän 18.
Plesiosaurier 20.
Pliocän 18, 24, 27.
Polarfuchs 107.
Polymorphismus 50, 51, 96, 97.
Polypen 53, 54.
Population 156.
Präcambrium 18.
Präformation 164, 165, 170, 173.
Protohippus 24.
Protoplasma 35, 36, 37.
Protozoen 35, 36, 37, 39, 40, 44.
Pseudogynen 155.
Pteranodon 21.
Puppe 50, 51, 149, 177, 178, 179.

Q

Quadratknorpel 74, 79.
Qualle 53.
Quartärformation 18, 23.
Quellen der Abstammungstheorie 15.

R

Rassen 46, 92, 97.
Raubameise 153.
Raubfische 135.
Raupe 50, 51, 110, 111, 112, 134, 148.
Regenbogenhaut 168, 170.
Regeneration 120, 167, 168, 169, 170.
Regenwurm 41, 168.
Rehkitz 148.
Reihenfolge der Gruppen 29.
Reihenfolge des Auftretens 28.
Reine Linie 156.
Rennpferd 113.
Reptilien 19, 20, 22, 28, 29, 43, 44, 45, 59, 61, 79, 88, 151.
Reserve-Keimplasma 170.
Rhea 89, 90.
Riesenhirsch 18, 19.
Riesenschlange 68.
Rind 91, 145.
Rückbildung 28, 30, 31.
Rückenmark 70, 71.
Rückensaite 70.
Rudimentäre Organe 63, 65, 67.
Rundmäuler 85.

S

Samen 135.
Sand 18.
Säuger 70.
Säugetiere 28, 29, 43, 44, 45, 59, 61, 68, 72, 78, 79, 80, 81, 88, 115, 140, 141, 144, 145, 146, 153, 187.
Saurier 19, 20.
Schabe 58.

Schabrackentapir 90.
Schädel 26, 27, 28, 30, 42, 59, 75, 76, 79, 80, 156.
Schädelreihe 28.
Schaf 93.
Schakal 91.
Schildknorpel 76.
Schlange 68.
Schlundbogen 73, 74, 75, 76, 77, 79.
Schlunddarm 61, 73.
Schlundspalte 72, 73, 80.
Schlupfwespe 148, 151.
Schmetterling 41, 50, 51, 52, 109, 111, 112, 134, 149, 151, 159, 160, 177, 186.
Schmuckfarbe 158.
Schnabel 142.
Schnabeltier 87, 88, 145, 146.
Schnecke (Ohr) 81, 82, 85.
Schnecken 84.
Schneeule 107.
Schneehase 107.
Schneehuhn 108.
Schneeregion 107.
Schneidezähne 26, 27, 28.
Schnepfe 108, 148.
Schöpfung 30, 48.
Schutzfärbung 107, 108, 112, 113, 147, 148, 149, 151, 152.
Schutzstoffe 152.
Schutzwirkung 152.
Schwalbe 143.
Schwangerschaft 145.
Schwanzlurch 42.
Schwanzwirbel 77.
Schwanzwirbelsäule 63, 65, 66, 67, 77.
Schwein 88, 165.
Schwiele 176.
Schwimmblase 60, 61, 62, 63.
Scyllium 82.
Seeigel 167.
Seestern 168.
Segler 142.
Selektion 103, 181.
Selektionswert 139, 140, 142, 152, 154, 160.
Sibirien 19.
Silur 18, 28, 32.
Sinnesorgane 41, 54, 99, 132.
Sittace 63.
Situation 135, 136.
Situationstod 135.
Situationsvorteil 136.
Skelett 42.
Solnhofen 21.
Soma 120, 121, 122, 124, 171, 175, 180.
Somatische Induktion 175, 176, 179, 180, 184.
Sonnentierchen 36, 37.
Spalten des Bastards 95.
Spanische Fliege 152.
Spanner 109.
Specht 88.
Spezialisierung 43.
Stachelhäuter 44.
Stammbaum 47.
Stammesgeschichte 14, 15.
Stammform 32.
Stammreihe 24, 33, 48, 156.
Standort 100.
Statocyste 84.
Statokrypte 83, 84.
Statolith 84, 85.
Stechmücke 57, 58.
Steigbügel (Ohr) 72, 76.
Steigerung 28, 30, 31, 41, 42, 43, 44, 47.
Steigerung des Körperbaues 43.
Steinkohlenformation 18.
Steinzeit 18.
Stirnbein 76.
Stoßzähne 19, 26, 27, 30.
Strauße 89.
Streuung der Stammesentwicklung 185, 186.
Stringops 66.
Struthio 90.
Stufenfolge 29.
Stufenreihe 23, 27, 29.

Südamerika 87, 89, 90, 149.
Sumatra 157.
Süßwasserpolyp 53, 55.
Symphilie 153.
System 34, 42, 44, 46, 55.
Systematik 15, 34, 35, 45, 78, 97, 140.

T

Tagpfauenauge 159.
Tapir 90.
Tapirus 90.
Taube 114.
Taufliege 94.
Temperatur 177, 178.
Termiten 52.
Tertiärformation 18, 28.
Tetrabelodon 26, 27.
Theorie 96, 126, 127.
Tiergeographie 86.
Tierverbreitung 86, 191.
Titurca 150.
Trauermantel 159.
Trias 18.
Triton 169.
Trochilium 111.
Tuberkulose 136.
Turmsegler 142.

U

Überbevölkerung 104, 135.
Überleben des Passendsten 106.
Überproduktion an Lebewesen 104, 105, 106, 128, 133, 134, 135.
Umbildung 31.
Umwege der Embryonalentwicklung 70, 76, 78, 96.
Umwelt 12, 100, 106, 172, 173, 178, 187.
Unterkiefer 26, 27, 28, 30, 73, 75.
Unterpliocän 26.
Unterschlundplatte 58.
Ur 91.
Urformen 31.
Urlebewesen 33.
Ursachen der Entwicklung 15.
Ursachen der Stammesentwicklung 15, 98.
Urvogel 21.

V

Vakuole 38, 39.
Variabilität 46, 102, 103, 104, 113, 118, 122, 162.
Varianten 104, 138, 157.
Variation 123, 137.
Variationsinkrement 137, 138.
Varietäten 46.
Verbreitung 15.
Verbreitungsgebiet 90.
Verbreitungsweise 86.
Vereisung 28.
Vererbung 67, 94, 102, 103, 118, 122, 124, 160, 161.
Vererbung erworbener Eigenschaften 124, 171, 176, 177.
Verletzung 180.
Versteinerung 16, 17, 32, 33, 156.
Verwandtschaft 48.
Vielformigkeit 51.
Vielzeller 35.
Vogel 21, 28, 29, 43, 44, 45, 59, 61, 63, 66, 77, 85, 88, 89, 115, 116, 137, 140, 141, 146, 148, 151, 152, 158, 176, 182.
Volvox 40, 41.
Vorfahren 11, 24, 27, 31, 32, 33, 60.
de Vries 92, 95.

W

Waffen 115, 116, 149.
Wale 68, 69.
Wanderflüge 43.
Wanderzüge 43.
Wanze 151.
Warmblüter 61.
Warzenschwein 175, 176.
Wechseltierchen 35.

Weismann 13, 117, 118, 119, 120, 128, 163, 166, 171.
Weißlinge 149.
Werturteil 128, 129.
Wespe 151.
Wespenbussard 151.
Wettbewerb 133, 134.
Wiederkäuer 188.
Wiese 135.
Wildpferd 23.
Wildrind 91.
Wildschwein 91, 115.
Wimpern 39.
Wirbel 70, 71.
Wirbelsäule 42, 43, 70.
Wirbeltiere 18, 28, 29, 42, 44, 51, 59, 70, 72, 79, 137, 139, 140, 143, 144, 164, 168, 188, 189.
Wisent 91.
Wolf 46, 91, 131, 132, 137.
Wurm 41, 42, 44, 55, 82, 84, 140.
Wüste 87.

Z

Zahnarme 144.
Zähne 22, 26, 69, 144, 145.
Zahnersatz 144.
Zebra 87, 188.
Zehe 24, 25, 30.
Zelle 35.
Zellkern 36.
Zellmund 38, 39.
Zentralnervensystem 43.
Züchtung 91, 97, 103.
Zuchtwahl 103, 107, 114, 117, 123, 124, 138, 141, 142, 143, 149, 151, 153, 155, 161, 162, 163, 181.
Zungenbein 76.
Zungenbeinbogen 73, 74.
Zweckmäßigkeit 9, 10, 12, 16, 190.
Zwilling 167.
Zwischeneiszeit 28.

Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechts von Professor Dr. C. Correns-Berlin und Prof. Dr. R. Goldschmidt. Erweiterte Fassung zweier Vorträge. Mit 55 z. T. farbigen Textabbildungen. Geheftet 4,5

Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen von Professor Dr. C. Correns. mit 9 Textabbildungen. Geheftet 1,5

Die stoffliche Grundlage der Vererbung von Th. H. Morgan, Professor der experimentellen Zoologie an der Columbia-Universität in New York. Vom Verfasser autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. Hans Nachtsheim, Privatdozent für Vererbungslehre an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin. Mit 118 Abbildungen. Geheftet 9

Mechanismus und Physiologie der Geschlechtsbestimmung von Professor Dr. Richard Goldschmidt, Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie. Mit zahlreichen Abbildungen. Geheftet 9

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung, ein Lehrbuch für Landwirte, Gärtner und Forstleute von Professor Dr. Erwin Baur. Mit 6 Tafeln u. 11 Textabbildungen. Gebunden 3

Einführung in die experimentelle Vererbungslehre von Professor Dr. phil. et med. Erwin Baur. Fünfte und sechste neubearbeitete Auflage mit 160 Textabbildungen und 8 farbigen Tafeln Geheftet 12

Die obigen Preisziffern sind die Grundzahlen, die mit der jeweils gültigen Schlüsselzahl — Anfang März 1923: 2000 — zu multiplizieren sind, wodurch sich die Verkaufspreise ergeben. Grundzahlen für gebundene Exemplare sind freibleibend. — Für das Ausland tritt der vorgeschriebene Valutazuschlag hinzu. —

BIBLIOTHECA GENETICA

herausgegeben von Professor Dr. E. Baur.

Band I: **Studien über die Mendelsche Vererbung der wichtigsten Rassenmerkmale der Karakulschafe bei Reinzucht und Kreuzung mit Rambouillets** von Hofrat Professor Dr. L. Adametz. Mit 32 Abbild. auf 16 Tafeln. Geheftet 15,9

Band II: **Studien zum Domestikationsproblem, Untersuchungen am Hirn** von Dr. Berthold Klatt, Privatdozent der Zoologie an der Hamburgischen Universität. Mit 2 Tafeln und vielen Textabbildungen. Geheftet 12

Band III: **Distribution of Sex Forms in the Phanerogamic** von Cecil und Helene Yampolsky. Geheftet 4,2

Arbeiten aus dem Gebiet der experimentellen Biologie herausgegeben von Professor Dr. Julius Schaxel, Vorstand der Anstalt für experimentelle Biologie der Universität Jena.

Heft 1: **Untersuchungen über die Formbildung der Tiere** von Julius Schaxel. Erster Teil: Auffassungen und Erscheinungen der Regeneration. Mit 30 Abbildungen im Text. Geheftet 3

Heft 2: Dasselbe. Zweiter Teil. In Vorbereitung

Heft 3: **Studien an Infusorien über Flimmerbewegung, Lokomotion und Reizbeantwortung** von Dr. Friedrich Alverdes, Privatdozenten für Zoologie an der Universität Halle a. S. Mit 46 Abbildungen im Text. Geheftet 3,9

Grundlagen einer Biodynamik von Dr. Johannes Reinke, Professor an der Universität Kiel Geheftet 6

Die Stellung der grünen Pflanze im irdischen Kosmos von Prof. Dr. H. Schroeder. Leicht kartoniert 3

Die obigen Preisziffern sind die Grundzahlen, die mit der jeweils gültigen Schlüsselzahl — Anfang März 1923: 2000 — zu multiplizieren sind, wodurch sich die Verkaufspreise ergeben. Grundzahlen für gebundene Exemplare sind freibleibend. — Für das Ausland tritt der vorgeschriebene Valutazuschlag hinzu. —

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Biologie der Tiere Deutschlands. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachleute bearbeitet u. hrsg. von **Professor Dr. Paul Schulze.**

Es erschienen bisher:

Lieferung 1 enthaltend:

Spongiaria. Teil 2. Von P. Schulze. — Cnidaria. Teil 3. Von P. Schulze. Mit 40 Abbildungen. *Grundzahl 0,81*

Lieferung 2 enthaltend:

Ixodina von P. Schulze. — Blattminen von M. Hering. — Physopoden von H. Priesner. *Grundzahl 0,9*

Lieferung 3 enthaltend:

Hydracarina von K. Viets. — Eriophyina von P. Schulze. — Acarina von Graf H. Vitzthum. Mit 37 Abbildungen.

Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, herausgegeben von **C. Correns** (Berlin), **V. Haecker** (Halle), **G. Steinmann** (Bonn), **R. v. Wettstein** (Wien), redigiert von **E. Baur** (Berlin).

Die Zeitschrift erscheint in zwanglosen je nach Bedarf illustrierten Heften, von denen vier einen Band bilden. Es sind vollständig die Bände 1—29.

Aus dem Inhalt der letzten Hefte:

R. Goldschmidt, **Untersuchungen über Intersexualität.**

Emmy Stein, **Über den Einfluß von Radiumbestrahlung auf Antirrhinum.**

E. Toenniessen, **Über die Entstehung erblicher Eigenschaften durch zytoplasmatische Induktion.**

E. Toenniessen, **Über die Vererbung der Alkaptonurie des Menschen.**

Emil Witschi, **Vererbung und Zytologie des Geschlechts nach Untersuchungen an Fröschen.**

Ernst Ladebeck, **Die Farben einiger Hühnerrassen.**

Julius Pia, **Einige Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Geschichte der Siphoneae verticillatae.**

Neuere Literatur über Vererbungs- und Abstammungslehre sowie Paläontologie.

Die obigen Preisziffern sind die Grundzahlen, die mit der jeweils gültigen Schlüsselzahl — Anfang März 1923: 2000 — zu multiplizieren sind, wodurch sich die Verkaufspreise ergeben. Grundzahlen für gebundene Exemplare sind freibleibend. — Für das Ausland tritt der vorgeschriebene Valutazuschlag hinzu. —

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei